



Urgence écologique : la recherche à l'épreuve



Le précédent numéro (n° 145-décembre 2023) de *Culture & Recherche*, dédié à la création artistique face à l'urgence écologique, a partagé un état des lieux et une analyse des actions et recherches conduites par les créateurs, les chercheurs, les enseignants, les étudiants, les opérateurs culturels et les écoconseillers, qui nourrissent de nouvelles réflexions pour un changement systémique du secteur de la création artistique afin de répondre aux défis de l'urgence climatique.

À la suite de ce numéro, ce deuxième volet (n° 146-juin 2024), dédié aux défis environnementaux de la recherche, donne à voir et comprendre la manière dont tous les acteurs de la recherche culturelle se sont emparés des défis environnementaux. Après le sixième rapport du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) en mars 2023, et la « Boussole de la transition écologique » du ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires, les différentes productions de la recherche culturelle qui sous-tendent cette politique publique traduisent une attention renouvelée aux écosystèmes, nourrie d'une forte sensibilisation environnementale.

L'écologie s'inscrit désormais non seulement comme objet propre de recherche, mais aussi comme une nouvelle forme d'humanisme face à la finitude de notre monde, dans les domaines pluriels des patrimoines (archéologie, archives, monuments historiques, musées), de l'architecture, des bibliothèques, des industries culturelles et créatives, des langues, du tourisme, etc.

Elle investit aujourd'hui un espace-temps complexe : tensions entre le court terme et le temps plus long nécessaire à toute évolution sociétale, et à son degré d'acceptabilité, tensions entre la dynamique des initiatives des territoires et celle des consensus bien difficiles à obtenir à l'échelle mondiale...

Dans un contexte fragile et anxiogène, comment porter plus de culture ? Comment se concrétisent aujourd'hui les enjeux environnementaux dans le monde de la recherche culturelle ?

Au-delà des guides de « bonnes pratiques » et des « feuilles de route », indispensables car opérationnels, et qui incitent à un changement de paradigme, il apparaît fondamental de mettre en valeur les nombreux travaux de recherche fondés sur l'utilité.

Je remercie chaleureusement les autrices et auteurs de ce numéro. ■

NOËL CORBIN

Délégué général à la transmission, aux territoires et à la démocratie culturelle



Urgence écologique :

- 1 Édito,
*Noël Corbin, délégué général
à la transmission, aux territoires
et à la démocratie culturelle*
- 4 Préface,
C. Graindorge



6-47

**Impact du
changement
et destruction
des éco-
anthrosystèmes**

8-20

**Inscrire l'écologie comme
politique publique
de la recherche culturelle**

- 8 La transition écologique :
opportunité et nécessité
de construire de nouveaux liens,
C. Pourchez et A. Wiame
- 12 La mise en œuvre d'une démarche
de transition environnementale
dans un établissement public
de recherche : l'exemple du CNRS,
B. de Geyer
- 15 La recherche dans le domaine de
l'environnement à l'Agence nationale
de la recherche (ANR). Mobiliser
les différents champs du savoir,
C. Courtet et J. Mia
- 18 Les sciences humaines et sociales
au défi du changement climatique,
S. Maljean-Dubois et S. Vermeersch

21-32

**Constituer de nouveaux
corpus de doctrines
qui dialoguent entre elles**

- 21 Cité anthropocène : pour une
conversation continue entre sciences,
arts et société à l'heure de l'urgence
écologique, *F. de Gasperi*
- 24 La climatisation du Patrimoine culturel
immatériel (PCI), *C. Bortolotto*
- 26 Langues et cultures face aux défis
écologiques, *J. L. Léonard
et K. D. Léonard*
- 28 L'impensé du numérique, *C. Debray*
- 30 L'urgence climatique : un levier
de métamorphose pour la pratique
artistique, *F. Léaustic*

33-47

**Donner à comprendre
l'histoire environnementale
et l'écologie sociétale**

- 33 Imaginaires de l'Apocalypse, *L. Lewis*
- 36 Explorer le passé pour améliorer
le futur, *M. Boulen, M. Cabanis
et S. Eusèbe*
- 39 Aspects et impacts environnementaux
des pratiques archéologiques,
V. Letellier
- 42 Comprendre et réduire l'empreinte
environnementale de nos activités
de recherche : le Groupement
de recherche (GDR) Labos 1point5,
M.-A. Foujols et C. Serrano
- 45 Le vocabulaire de la transition
écologique et énergétique,
É. Quillot



48-113

**Implication,
prévention
et protection**

50-56

Prévenir

- 50 Les plans de sauvegarde des biens
culturels (PSBC) : l'aide apportée par
le Service interministériel des archives
de France (SIAF) à son réseau,
T.-P. Nguyen
- 52  La protection des collections
patrimoniales des bibliothèques
territoriales : vers la mise en place
de plans de sauvegarde des biens
culturels sur le territoire national,
M. Rega
- 53  Les « ateliers plans de sauvegarde
des biens culturels (PSBC) » du Centre
de recherche et de restauration
des musées de France (C2RMF),
*M. Courselaud, J. Périllat-Mercerot
et J. Rémy*
- 54 Bibliothèque nationale
de France : concilier stratégie
écocore responsable et conservation
patrimoniale, *S. Bouvet et V. Rottier*

57-75

**Soutenir la décarbonation
et la sobriété qualitative**

- 57 Les musées de France, acteurs
de la transition écologique, *C. Chanas,
G. Crouan, V. Donzeaud et G. Magnier*
- 61 Les bibliothèques dans la transition
écologique : à la recherche
de la donnée, *J. Ouazzani*
- 64 Documenter l'impact environnemental
du livre et de la presse numériques
en bibliothèque de lecture publique,
A. Inaudi et P. Legros

la recherche à l'épreuve

- 67 La frugalité numérique en bibliothèque publique, une stratégie pour préserver la continuité du service public et réaffirmer l'urgence d'agir, *M. Le Torrec*
- 70 Transition écologique, quelle transformation pour les bâtiments d'archives ?, *A. Leduc*
- 73 Pour un outil d'évaluation et de trajectoire carbone des chantiers « monuments historiques », *M. Bacot et R. Martin*

76-95

S'engager collectivement

- 76 Le Cerema au cœur d'un écosystème d'acteurs et de projets autour de la réhabilitation énergétique du bâti ancien, *É. Héberlé et A. Litvak*
- 79 Archives et numérique responsable : un engagement collectif, *H. Maurin, D. Naud et L. Vignaud*
- 82 Faire bouger les normes... État des lieux des recherches sur le climat adapté à la conservation des biens culturels en France et en Europe, *T.-P. Nguyen*
- 84 Les objectifs de conservation verte au cœur du plan d'action des normes européennes de conservation des biens culturels, *J. Kagan et D. Liot*
- 86 Le château d'Espéran et son Obligation réelle environnementale (ORE) : une conviction, une démarche, des actions, *H.-L. Camplo, L. Déjeux et V. Lévy*

- 89 Archéologie, responsabilité sociétale des organisations (RSO) et développement durable : l'exemple du département du Calvados, *Y. Gourgoury, V. Hincker et G. Schutz*

- 92 Du projet de site au projet expérimental de territoire : le cheminement du Grand Site de France de Bibracte – Morvan des Sommets, *V. Guichard*

96-113

Concilier

- 96 À l'interface du patrimoine culturel et du changement climatique : le soutien du programme Horizon Europe et de la *Joint Programming Initiative on Cultural Heritage* (JPI CH) à la recherche, *S. Shen*

- 99 Des approches sensibles pour penser les transformations des milieux de vie : expériences de recherche-création dans le projet Sensibilia, Agence nationale de la recherche (ANR), *S. Balez et O. Labussière*

- 102 La rétro-ingénierie des cultures constructives locales pour répondre aux grands enjeux globaux actuels : l'expérience de CRAtère, *D. Gandreau et T. Joffroy*

- 106 L'approvisionnement en pierre de taille des chantiers « monuments historiques » dans le contexte carrier actuel, *P. Bromblet et L. Leroux*

- 110 Poser les bases d'un tourisme culturel et durable dans les « Petites Cités de Caractère® », *L. Mazurier et N. Monquaut*



114-157

Innovation et transmission

116-132

Acquérir et maîtriser de nouvelles connaissances

- 116 Le projet C-ADER (Conservation d'aéronefs anciens : diagnostic non-destructif des altérations pour une protection intelligente contre la corrosion), *D. Flotté, F. Mirambet, A. Mirambet-Paris et E. Rocca*

- 119 Vers une gestion plus durable et responsable de l'eau dans les activités de conservation-restauration : un projet du GAECO, *M. Duranton, J. Échinard, A. Gall-Ortlík, B. Lavédrine, E. Pellizzi et R. Perez*

- 122 Utilisation des photons : solution innovante au service de la conservation du patrimoine culturel, *F. Boust, A. François et J. Leplat*

- 124 La condensation, facteur d'altération des matériaux – un nouvel enjeu patrimonial face au changement climatique, *A. Bourgès*

- 127 Renaissance d'une essence patrimoniale : l'orme, *J. Pinon*

- 129 La sauvegarde des buis, *M. Guérin*

- 131 Un outil de détection précoce des infestations au service du patrimoine pour pallier le recours aux traitements systématiques et érogatives, *F. Fohrer et S. Le Conte*

133-157

Accompagner la montée en compétences

- 133 Architecture & écologies. La part enseignée, *P. Madec*

- 136 Dix ans de PoCa, formation en architecture post-carbone, *J.-F. Blassel*

- 140 Les origines et la création du réseau ENSAECO, *D. Toubanos et P. Villien*

- 143 Ambiances nocturnes durables, l'évolution des pratiques et cultures de l'éclairage artificiel au service de l'environnement et de la santé, *N. Houel*

- 146 La boussole de la transition écologique. Pour le renouvellement des pratiques de recherche en architecture face au dérèglement climatique, *P. Mantziaras*

- 149 RESSOURCES, une plateforme pédagogique pour enseigner la construction et la réhabilitation en matériaux bio-géo-sourcés, *A. Colletta, F. Dejeant et L. Fontaine*

- 152 Formation des conservateurs et restaurateurs à l'Institut national du patrimoine (INP) : recherches sur l'écoresponsabilité, *S. Blenner-Michel et O. Zeder*

- 154 La politique publique du Centre national du cinéma et de l'image animée (CNC) à l'aune de l'urgence climatique, *C. Lacoue et L. Thomas*

Dossier coordonné par

CATHERINE GRAINDORGE

Rédactrice en chef, Délégation générale à la transmission, aux territoires et à la démocratie culturelle, Sous-direction des formations et de la recherche, Bureau de la recherche

En couverture



Deux *Arecaceae* (palmiers) dans les champs vus à travers un trou dans le tronc d'un arbre abîmé par le feu à Don Tao (Si Phan Don, Laos), au coucher du soleil. Ces deux palmiers sains témoignent d'une forme de résilience, 11 décembre 2018

© Basile Morin, CC BY-SA 4.0.
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Two_Arecaceae_in_the_fields_viewed_through_a_hole_in_a_tree_trunk_in_Laos_at_sunset.jpg

Pour une cartographie écologique et humaine : quelques points cardinaux...

CATHERINE GRAINDORGE

Rédactrice en chef, Délégation générale à la transmission, aux territoires et à la démocratie culturelle, Sous-direction des formations et de la recherche, Bureau de la recherche

1. Voir le sixième rapport du GIEC publié le 23 mars 2024 : <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-cycle/>, et les rapports de *The Shift Project* : <https://theshiftproject.org/category/publications/rapports/> (consultés le 4 avril 2024).

2. L'anthroposystème est « un système interactif entre deux ensembles constitués par un (ou des) sociosystème(s) et un (ou des) écosystème(s) naturel(s) et/ou artificialisé(s) s'inscrivant dans un espace géographique donné et évoluant dans le temps » qui permet le jeu des interactions entre ce qui relève des sociétés humaines et ce qui relève des milieux naturels. Voir le programme Copernicus de l'Union européenne qui collecte et restitue des données de qualité et actualisées de manière continue portant sur l'état de la Terre : <https://www.copernicus.eu/fr/propos-de-copernicus> (consulté le 4 avril 2024).

3. *Transition écologique de la culture. Guide d'orientation et d'inspiration*, ministère de la Culture, janvier 2024.

4. La « Fresque du climat » est une association loi de 1901 française, fondée en décembre 2018, portée par l'ambition de sensibiliser le plus grand nombre aux enjeux climatiques à travers son atelier pédagogique et collaboratif, adapté à tous les publics : <https://fresqueduclimat.org/> (consulté le 4 avril 2024).

Du XVI^e au XVIII^e siècle, la « révolution copernicienne » transformait la représentation de la Terre, en abandonnant progressivement la vision d'un espace connu, central et immobile, pour une nouvelle conception d'un univers infini et largement inconnu.

Aujourd'hui, un autre changement de paradigme surgit, annonçant un bouleversement des rapports de l'homme aux éléments qui l'entourent. Au cœur du plus grand défi jamais affronté par l'humanité, les communautés scientifiques de la recherche culturelle, fines observatrices et analystes de ces bouleversements sociaux mondiaux, doivent faire face désormais à une impérieuse prise en compte des limites des ressources planétaires¹, dans une vision holistique.

L'approche proposée dans ce numéro, « faire autrement avec pas moins de culture », suit trois trajectoires : étendre l'inscription de l'écologie dans les politiques publiques de la recherche ; soutenir, concilier, réassurer pour une meilleure prévisibilité ; acquérir et maîtriser de nouvelles connaissances.

L'impact du changement et la destruction des anthroposystèmes² ont inscrit l'écologie comme composante intrinsèque de la recherche culturelle.

Ainsi, ministères³, grandes structures et opérateurs de recherche se positionnent fortement, les partenaires associatifs également, comme en atteste l'extension de la « Fresque du climat⁴ ». Ils construisent de nouvelles doctrines qui dialoguent entre elles avec des « passeurs », qui les mettent en œuvre dans une écologie pragmatique constitutive d'un bien commun à l'échelle des territoires et de l'habitant. Ni utopie, ni « coup d'éclat », ces initiatives s'accompagnent progressivement d'une évolution des principes de recherche dans les laboratoires. Selon une éthique assumée, et dans une politique globale de responsabilité sociale et environnementale (RSE), la réduction de l'empreinte carbone repose sur l'intelligence collective.

Programmes mono- et transdisciplinaires sur des écosystèmes et multiplication des instruments de financement en sont les leviers. Au cœur de ce foisonnement, le champ des sciences humaines et sociales opère une importante mutation : la « climatisation » de la recherche, qui produit des connaissances au prisme du changement climatique, constituant ces dernières années une nouvelle opportunité d'objets de recherche exploratoire.

Les chercheurs et chercheuses s'emparent depuis longtemps de ces enjeux. Ce qui est nouveau est la mobilisation des capacités à s'impliquer.

Cet engagement, tourné vers la réitération de l'habitabilité de la Terre, nécessite des « chevilles ouvrières » qui fabriquent et tissent les « territoires des possibles », de nouvelles « sciences culturelles » (Cité Antropocène). Celles-ci sont de véritables « ressources augmentées » et à grande échelle : expériences multiculturelles, modes interrelationnels avec la nature, moyens de subsistance qui prennent soin des liens sociaux (*care*), conscientisation partagée de l'urgence écologique qui replace désormais l'humain-pollinisateur au centre de l'action.

L'établissement de bonnes relations symbiotiques avec le vivant est lancé. Comprendre l'histoire environnementale ainsi que l'écologie sociétale, notamment en explorant le passé et ses imaginaires collectifs, est une évidence. Cette enquête est également corrélée à la conception, non seulement des outils par et pour la recherche (bilans d'émission de gaz à effet de serre [BGES], grille de mesures pour explorer et quantifier des mesures de réduction et typologie d'actions de réduction d'empreinte environnementale de la recherche), mais aussi à leur mise à disposition d'autres communautés scientifiques (Institut national de recherches archéologiques préventives [INRAP], Labos 1Point5).

Dans ce registre d'actions (« administrer », « comptabiliser », « régler », « réparer »...), il faut réassurer. Protéger, soutenir, concilier en sont les maîtres-mots. Ainsi, les Plans de sauvegarde des biens culturels (PSBC) initiés par le Centre de recherche et de restauration des musées de France (C2RMF), la réévaluation et l'évolution des règles de conservation⁵, la sobriété décarbonée des héritages bâtimentaires, le lourd impact du numérique sont autant de sujets pour une stratégie de résilience active. Plus encore, la révision de l'ensemble des pratiques professionnelles est aujourd'hui intégrée dans le projet scientifique (Musées de France⁶). Cette stratégie invite à la frugalité, tout en ciblant une sobriété qualitative pour un futur désirable⁷. Elle met en œuvre de nouvelles formes d'implication : l'adhésion des équipes et de nouveaux dialogues entre l'institution et la société qui l'entoure.

Toutes ces approches tentent de répondre à la mise en protection de ce qui fait « culture commune », ce à quoi nous tenons, mais en tenant compte de la spécificité technique et de la valeur culturelle de l'objet-unicum à préserver. Produire de la recherche face à l'urgence écologique est donc une immense opportunité sociétale : en sensibilisant les acteurs, en leur donnant le « permis de faire⁸ » et le « pouvoir d'agir⁹ », en s'engageant collectivement (Obligation réelle environnementale [ORE] et Responsabilité sociétale des organisations [RSO]). La dynamique sociale d'adaptabilité et d'opérationnalité s'en trouve accrue (château d'Espeyran), notamment en partant d'une compétence d'animation de communauté scientifique et de l'attachement au territoire comme facteur de développement (Bibracte)¹⁰.

Soutenir fortement la transmission des savoirs et des innovations est dès lors incontournable, et exige une collaboration très inclusive et multiscalaire. Un tel postulat appelle un investissement colossal dans la recherche, car « il reste très peu de temps au monde pour sauver le Programme 2030 et les objectifs de développement durable des Nations unies¹¹ » (Antonio Guterres). Au-delà de cette quête, la « part enseignée¹² » est capitale et au cœur du lien organique unissant patrimoines et humanité. Les préconisations récentes pour la formation, contenues dans le livret du ministère de la Culture, *Transition écologique de la culture. Guide d'orientation et d'inspiration* (décembre 2023)¹³ s'inscrivent dans les pas des architectes et leurs travaux sur le bioclimatisme des années 1960!

En 2024, ces enseignants et professionnels des vingt écoles nationales supérieures de l'architecture (ENSA) ouvrent tous les possibles de la pédagogie dans leurs enseignements : éthique, éco-responsabilité, urbanisme et développement durable, ambiances nocturnes, formation post-carbone, réseaux et résidences¹⁴... Ces « acteurs-déjà-là » hier¹⁵ font aujourd'hui œuvre commune avec des pratiques collaboratives, et une appétence particulière pour le territoire, la *low-tech*, la justesse et justice, en s'inscrivant dans la frugalité¹⁶. Alors, oui, l'engagement

de leurs pratiques est tangible, même si des points d'achoppement demeurent.

Et ils ont à leurs côtés d'autres « impliqués » : les conservateurs et restaurateurs formés à l'Institut national du patrimoine (INP). Les formations initiales¹⁷ des deux départements prennent en compte dans plusieurs modules d'enseignement les aspects pluriels du développement durable ; les formations continues consacrent des modules au développement durable et la conservation du patrimoine, à l'éco-conception des expositions, aux matériaux de la conservation durables, au tourisme durable, etc. Plus encore, le séminaire « Patrimoine culturel et contrat social », lancé en 2023, rejoint les essaimage constants des architectes en questionnant la notion de bien commun qu'il faut protéger en anticipant.

Les scientifiques relaient trois scénarios : « l'effondrement systémique », la révolution technologique pour une croissance verte, et le changement de paradigme sociétal avec de nouvelles interactions¹⁸. Cette dernière prospective prend de l'ampleur, comme la communauté regroupée autour de ce numéro de *Culture & Recherche* en témoigne. Si l'on ne peut plus vraiment parler de « transition » écologique dans un temps accéléré, cette autre voie semble imposer une véritable « culture des transitions » à déplier, une révolution copernicienne, somme toute. ■

5. Voir *La Lettre de l'OCIM*, n° 207, 2023.

6. <https://www.culture.gouv.fr/Thematiques/Musees/Pour-les-professionnels/Construire-un-musee/Generer-le-climat/Conserver-les-collections-des-musees-de-France-dans-un-contexte-de-sobriete-et-de-transition-energetiques> (consulté le 4 avril 2024).

7. Voir *La Lettre de l'OCIM*, n° 207, 2023, p. 4 et 7 : Elizabeth Wilde (ed.), *Museums in the climate crisis. Survey results and recommendations for the sustainable transition of Europe*, NEMO – Network of European Museum Organisations, 2022 : <https://fr.scribd.com/document/688955003/NEMO-Report-Museums-in-the-climate-crisis-11-2022> (consulté le 4 avril 2024).

8. Patrick Bouchain, *Permis de faire. Leçon inaugurale 2017 de l'École de Chaillot*, Cité de l'architecture et du patrimoine, 2019.

9. Ou encapacitation (*empowerment*) : voir, entre autres, Myriam Leleu et Fabienne Defert, « Le développement du pouvoir d'agir des personnes et des collectivités, une pratique professionnelle innovante », *Les Politiques sociales*, n° 1-2, 2022, p. 8-14.

10. On pense aussi aux « écotafeurs », ces salariés qui contribuent de l'intérieur à la transition écologique de leur entreprise. Voir l'étude sociologique « ECOTAF » de l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME) qui vise à analyser la mobilisation écologique des salariés en entreprises et le rôle de certains dispositifs qui viennent soutenir leur engagement : <https://infos.ademe.fr/societe-politiques-publiques/2024/bientot-tous-ecotafeurs/> (consulté le 4 avril 2024) ; et Bruno Latour et Nikolaj Schultz, *Mémo sur la nouvelle classe écologique. Comment faire émerger une classe écologique consciente et fière d'elle-même*, La Découverte, coll. « Les empêchés de penser en rond », 2022.

11. *Le Monde*, 28 avril 2023 : https://www.lemonde.fr/idees/article/2023/04/28/antonio-guterres-il-reste-tres-peu-de-temps-au-monde-pour-sauver-le-programme-2030-et-les-objectifs-de-developpement-durable-des-nations-unies-61-71361_3232.html (consulté le 4 avril 2024).

12. Voir dans ce numéro l'article de Philippe Madec, « Architecture & écologies. La part enseignée », p. 133.

13. *Supra*, note 3.

14. En attendant le colloque international d'architecture qui se tiendra à l'École nationale supérieure d'architecture de Bretagne (ENSAB) les 21 et 22 novembre 2024.

15. Actifs bien avant la Loi de programmation de la recherche (LPR) du 24 décembre 2020, qui introduit dans le Code de l'éducation une nouvelle mission de sensibilisation et la formation aux enjeux de la transition écologique et du développement durable. Le Rapport annexé à la LPR a en outre prévu que les « écoles doctorales seront incitées à intégrer un module spécifique de formation aux objectifs de développement durable ».

16. En pensant au *Manifeste pour une frugalité heureuse et créative dans l'architecture et l'aménagement des territoires urbains et ruraux* ; 16 464 architectes l'ont signé à la date du 16 avril 2024 ; ils invitent à la frugalité en matériaux, en énergie, et en technicité pour les territoires : <https://frugalite.org/manifeste/> (consulté le 4 avril 2024).

17. En 2026, 100 % des référentiels pédagogiques des établissements de l'enseignement supérieur et recherche Culture (ESRC) devront avoir intégré la transition écologique dans leurs cursus. Voir le rapport de Jean Jouzel, *Sensibiliser et former aux enjeux de la transition écologique et du développement durable dans l'enseignement supérieur*, février 2022, sur la mobilisation en cours pour la formation initiale : <https://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/fr/remise-du-rapport-sensibiliser-et-former-aux-enjeux-de-la-transition-ecologique-et-du-developpement-83903#:~:text=Fr%C3%A9d%C3%A9rique%20Vidal%20a%20re%C3%A7u%20le,dans%20l'enseignement%20sup%C3%A9rieur%22> (consulté le 4 avril 2024).

À noter que le programme France 2030 finance, via l'Agence nationale de la recherche (ANR), des projets de formation avec une composante environnementale (ex. l'Appel à manifestation d'intérêt (AMI) « Compétences et métiers d'avenir »).

18. Climate Heritage Network, *Empowering people to imagine and realise climate resilient futures through culture – from arts to heritage. 2022-2024 Action plan*, 2022 : <https://www.climateheritage.org/actionplan> (consulté le 4 avril 2024).



**« Où atterrir ? », une expérimentation artistique,
scientifique et politique à la Manufacture-Centre
de Développement chorégraphique national
à Bordeaux, 25 juin 2022**

© Pierre Planchenault pour le Collectif Rivage



Impact du changement et destruction des éco- anthroposystèmes

La transition écologique : opportunité et nécessité de construire de nouveaux liens

Notre époque a connu de grandes transformations, tout en gardant des traces du passé dont il faut tenir compte pour comprendre les mécanismes de transition aujourd'hui à l'œuvre. Notre capacité à transformer les choses peut être finalement en rapport avec notre façon de gérer nos héritages, et c'est particulièrement vrai pour aborder la ou les transition(s) écologique(s).

CAROLE POURCHEZ

Chargée de mission Sciences, Territoires et Société, Commissariat général au développement durable, Service Recherche et Innovation, ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires

ALINE WIAME

Maîtresse de conférences en arts et philosophie, membre de l'Institut universitaire de France, Université Toulouse – Jean Jaurès

L'importance des interactions comme nouvelle donne

Prendre en compte notre urgence écologique suppose d'élaborer un nouveau récit de nos actions en testant des façons innovantes de mesurer, d'observer et de comprendre les interactions entre les acteurs du terrain et leurs domaines. L'accès massifié aux données, parfois jugé inquiétant, facilite la sortie des approches binaires « blanc ou noir », « vrai ou faux » qui n'apparaissent souvent plus pertinentes face à une

réalité riche de sa complexité. Mais la recherche de nos points d'équilibre, apte à nous faire avancer, se joue surtout dans un approfondissement continu de nos questionnements sans désarroi et par des échanges pragmatiques sur les différentes solutions possibles.

Notre progression dans la formalisation des interactions est essentielle pour se confronter aux conflits et aux compromis liés à la mise en œuvre de la transition écologique. Pour dépasser les tensions entre les modèles anciens et nouveaux, il paraît nécessaire



« Où atterrir ? », une expérimentation artistique, scientifique et politique à la Manufacture-Centre de Développement chorégraphique national à Bordeaux, 25 juin 2022.

© Pierre Planchenault pour le Collectif Rivage

de s'arrimer aux réalités du terrain par de nouveaux croisements et passages.

Les défis proposés par la transition écologique ne sont pas ceux de l'excellence ou de la compétitivité. Cela parle d'habitabilité, de précarité et de durabilité, de bien-être et de sobriété, de justice sociale et de consentement à transformer nos atavismes... Ces mots ne sont ni nouveaux, ni compliqués, mais leur utilisation est inédite en lien avec notre occupation de la planète, et leur sens difficile à partager tant chacun peut en avoir une approche différente. S'il s'agit dans ce cadre de créer et d'accepter de nouvelles formes hybrides qui dialoguent et s'articulent, il devient alors important de bousculer ce que nous connaissons de nos héritages pour apprendre une nouvelle façon d'être responsable : à savoir s'appuyer sur nos capacités créatives, et pas seulement techniques, pour ne plus craindre l'inconnu et les imprévus.

Les passeurs des temps nouveaux

Ils seront des hommes et des femmes ordinaires ayant eu « simplement » l'envie, le besoin, le désir de dialoguer et de s'engager dans l'action. Des démarches comme celles liées au dispositif « Où atterrir » de Bruno Latour¹ ou à l'*Atlas relationnel* de Pierre Calame en sont des bons exemples.

La démarche « Où atterrir », inspirée par l'ouvrage éponyme de Bruno Latour², prend le temps d'interroger nos appartenances et nos préoccupations en cherchant à redonner le pouvoir de faire avec ceux qui partagent les mêmes intérêts ; et ce, sans se décourager à l'avance ou se réfugier dans la colère. Le dispositif « Où atterrir » propose de réunir des petits groupes de citoyens, agents et élus, pour des ateliers d'enquête sur un temps long. Chaque participant est invité à identifier son « concernement³ », afin qu'il puisse

« Nul autre que le citoyen n'est en mesure d'explorer et de décrire ce à quoi il est réellement attaché. Et sans cette auto-description, point de compréhension réelle du territoire vécu. »

Bruno Latour



© Pierre Planchenaud pour le Collectif Rivage

mener une enquête pragmatique sur le « qui peut faire quoi », en faire un récit partagé afin d'identifier les oppositions et les alliances possibles, apprendre à supporter différents points de vue, à composer avec les controverses du collectif, et enfin à s'adresser aux bons interlocuteurs, en sachant davantage hiérarchiser les menaces, pour trouver une réponse à leurs « doléances ». La référence à ces « cahiers de doléances » qui ont précédé la Révolution française revient sur notre capacité à transformer les choses en lien avec la gestion de nos héritages⁴.

« Nul autre que le citoyen n'est en mesure d'explorer et de décrire ce à quoi il est réellement attaché. Et sans cette auto-description, point de compréhension réelle du territoire vécu », selon Bruno Latour (extrait de l'article « À quoi tenons-nous ? », *Projet*, vol. 373, n° 6, 2019, p. 22-23).

Afin de formaliser les héritages à transmettre ou à modifier dans nos manières d'habiter, le dispositif fait appel à l'accompagnement d'artistes et de scientifiques pour permettre aux participants d'expérimenter l'apport de la cartographie, de la musique, du théâtre, de la danse. L'utilisation de médiums artistiques n'est ni neutre ni fantaisiste. Il s'agit bien d'accepter que nous puissions transformer ce que le passé nous a appris, à condition de « métaboliser » les affects suscités en nous par l'urgence climatique. Qui peut mieux nous le montrer en positif que les pratiques artistiques ? Cela ne concerne pas seulement ceux qui excellent sur une scène. La question est bien de récupérer une puissance d'agir par la construction de ces liens, tant corporels que conceptuels, que nous avons découverts, expérimentés et désarticulés pour mieux les agencer.

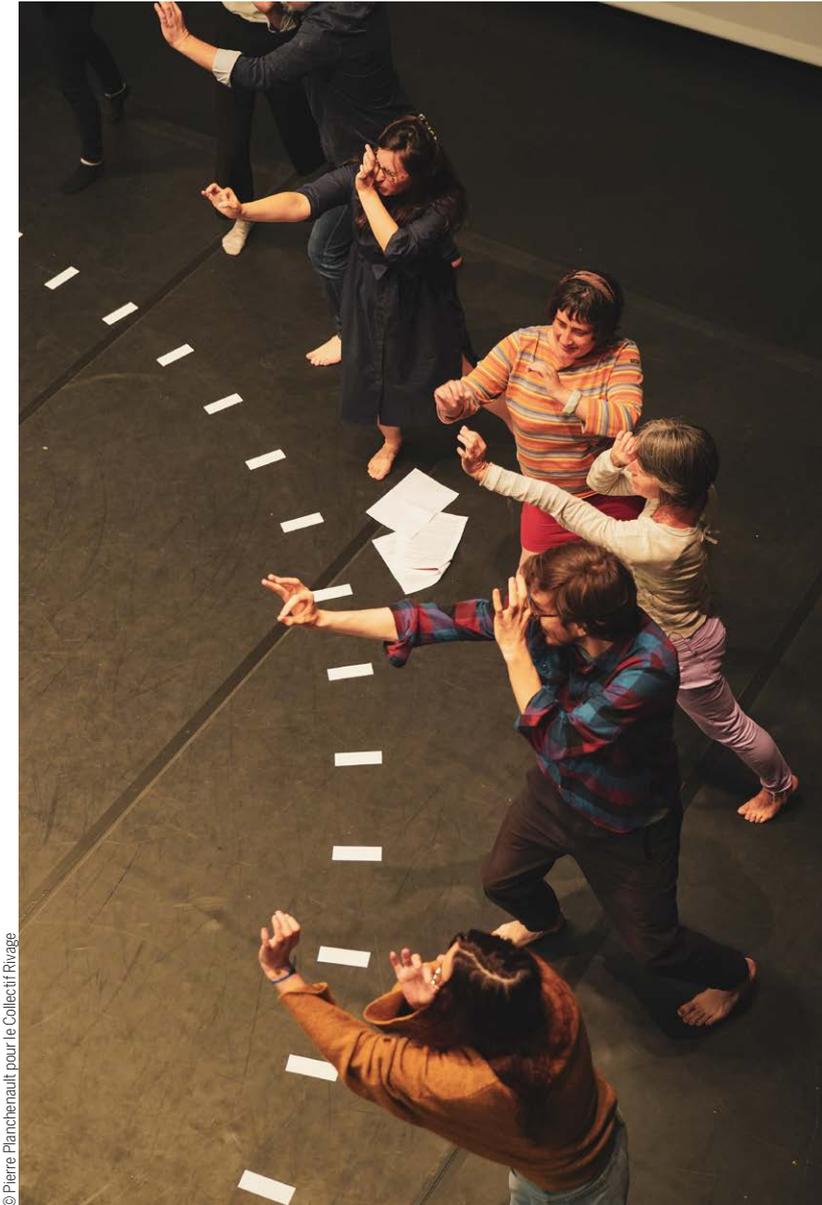
Cet apprentissage de la description qui évite de monter trop vite en généralités et en jugements, et ce pragmatisme qui identifie les obstacles et les leviers pour mieux construire du collectif font entrevoir une approche de la transition écologique de façon à la fois positive et efficace.

1. Projet pilote financé par le Commissariat général au développement durable (CGDD) en 2019-2020 et accueilli par Olivier Couqueberg à la Mégisserie (scène conventionnée art en territoire Saint-Junien) de février à septembre 2021.

2. Bruno Latour, *Où atterrir ? Comment s'orienter en politique*, La Découverte, 2017.

3. Le « concernement » (*Matter-of-Concern*) est une entité – être, institution, service, etc. – qui est menacée, mais que le citoyen-enquêteur juge indispensable à sa survie ou à son bien-vivre. Identifier un concernement à partir d'un ressentiment ou d'une inquiétude liés à notre façon d'habiter la planète permet de se poser pour décrire « son terrain de vie » (c'est-à-dire tout ce dont on dépend pour bien vivre, et qui ne se réduit pas aux limites administratives des territoires).

4. Sur l'importance des « cahiers de doléances » dans la genèse du dispositif, voir Bruno Latour, *Où atterrir, op. cit.*, p. 122 sq.



© Pierre Planchenault pour le Collectif Rivage

Une écologie pragmatique

Le consortium « Où Atterrir ? », dirigé par Bruno Latour, a permis à ces « bourgeonnements » de continuer à enrichir des expérimentations dans toute la France, mais aussi en Europe⁵. Pour repenser de nouveaux modes de gouvernances en lien avec les territoires, un « cercle politique » a été ajouté et affiné avec différents types de mise en œuvre :

- L'équipe de la Société d'objets cartographiques (SOC) a poursuivi la démarche par la création du Laboratoire des doléances avec la mairie de Ris-Orangis⁶. L'expérience bordelaise du Collectif Rivage⁷ permet, depuis 2021, d'associer localement des acteurs culturels⁸, des acteurs scientifiques⁹ et des acteurs publics, dont les collectivités et le laboratoire d'innovation La Base¹⁰.
- À Lyon, le collectif S-composition a accompagné un projet d'assemblée extra-municipale aux temps longs, en menant l'enquête avec des agents, des élus et des acteurs de la société civile sur les situations de déconnexion ressenties par les uns et les autres dans la fabrique de l'action publique.

Et le monde de l'entreprise n'est pas absent. À Grenoble, ce collectif a pu également travailler avec l'entreprise Cros sur sa volonté de transformation¹¹.

Une diversité d'acteurs a ainsi conduit des recherches-actions-crétions avec des points d'entrée différents, mais tous liés à la possibilité de partager une urgence écologique pragmatique teintée d'une nouvelle confiance vis-à-vis des « terrestres¹² ». Ce n'est pas habituel dans les approches écologiques, mais c'est avec beaucoup de bienveillance pour l'humain que se sont développées ces expérimentations basées sur une puissance d'action personnelle transformée en « un bien commun ». Nous pouvons évoquer ici Christine, une des participantes de l'expérience bordelaise du Collectif Rivage, qui a mené une enquête sur l'accès à une nourriture saine, durable, gratuite, à moins de 300 mètres de chez soi ou de son lieu d'activité. Son enquête l'a conduite à agir et à être élue au sein du Conseil agricole et alimentaire pour représenter les mangeurs et les mangeuses de la métropole. Ou encore Virginie qui a mené une enquête documentée sur le cohabitat. Face à l'absence de cadre légal sur le cohabitat en France, elle a interpellé le député de sa circonscription qui s'est saisi de son enquête pour questionner le ministre du Logement sur le cohabitat en France¹³.

Ces nouveaux bourgeons de la démarche « Où Atterrir ? » ont entraîné un besoin de partage, de valorisation et de mise à disposition des ressources et des outils.

La valorisation en biens communs

- À l'échelle de l'habitant :
Le Collectif Rivage a mis en place un *Carnet d'atterrissage*¹⁴ numérique qui accompagne les participants girondins dans le processus d'enquête et de documentation du processus avec la possibilité d'une diffusion sous forme de récit et de paysage sonore.

5. Voir le lien de la carte des actions menées par la communauté « Où Atterrir ? » à l'échelle nationale et internationale : <http://u.osmfr.org/m/845322/> (consulté le 12 mars 2024).

6. <http://s-o-c.fr/index.php/ou-atterrir-a-ris-orangis/> (consulté le 12 mars 2024).

7. Référence Collectif Rivage : <https://www.collectifrivage.com/> (consulté le 12 mars 2024).

8. La Scène nationale Carré-Colonnes, la Manufacture-Centre de Développement chorégraphique national (CDCN), le Théâtre national de Bordeaux en Aquitaine, les services cultures numériques de la Direction régionale des affaires culturelles (DRAC) et de la région Nouvelle-Aquitaine.

9. Les comités scientifiques Acclimaterra, Futur-ACT, Cap Sciences.

10. La Base réunit le département de la Gironde, la Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement (DREAL) et le Secrétariat général pour les Affaires régionales (SGAR), et a soutenu le « bourgeonnement » girondin dans le cadre de l'appel à défi « Pour une action publique co-construite avec les usagers et les agents » de la Direction interministérielle de la Transformation publique.

11. Après avoir enquêté sur la nature de ses interdépendances et échangé au sujet d'une représentation nouvelle de son terrain de subsistance, l'entreprise envisage aujourd'hui de reconfigurer certaines de ses activités (parfois les plus polluantes mais qui lui rapportent le plus) et de se relier à son intercommunalité pour contribuer aux orientations territoriales au sein d'un éventuel « parlement territorial de l'eau ».

12. Bruno Latour propose d'appeler « terrestres » les humains, conscients de l'urgence écologique et climatique de notre époque, qui veulent défendre leurs territoires de vie mis en danger plutôt que de rêver à s'émanciper de toutes leurs dépendances terrestres (voir *Face à Gaïa*, La Découverte, 2015, p. 320).

13. Autres exemples possibles sur le site : <https://www.collectifrivage.com/> (consulté le 17 avril 2024).

14. <https://www.collectifrivage.com/carnet-datterrissage-2123> (consulté le 12 mars 2024).



© Pierre Planchenault pour le Collectif Rivage

S-composition porte une démarche de « commun » visant à rendre accessible l'ensemble des ressources existantes, et à en créer de nouvelles, de manière collaborative avec les différentes équipes pratiquant la démarche. En complément de la future édition de la méthodologie du projet-pilote et du projet d'un webdocumentaire¹⁵, la création d'une plateforme collaborative Yes Wiki est à l'étude, visant une nouvelle culture écologique de l'habitabilité du monde.

Cet esprit de partage et d'inventivité se retrouve dans d'autres sphères qui bousculent à la fois les notions de modernité¹⁶ et d'efficacité face aux impératifs de la transition écologique. Nos principes de spécialisations plus ou moins scientifiques, de segmentations en disciplines, nous ont confrontés à une « crise des relations » aussi large que celle des relations entre l'humanité et la biosphère.

Notre crise n'est pas seulement environnementale mais aussi culturelle¹⁷. Nous savions depuis longtemps que l'écologie rendait nécessaire de formaliser de plus en plus les relations entre les dimensions économiques, environnementales, politiques et sociales, mais la modernité de notre temps demande aussi de construire de nouveaux passages entre les disciplines scientifiques et artistiques.

- À l'échelle du territoire :

Pour faciliter les décloisonnements nécessaires de notre pensée et de nos expériences, *L'Atlas relationnel*, conçu et mis en œuvre par l'association Cités, territoires, gouvernance (Citego)¹⁸, représente un exemple qui va bien plus loin qu'un outil performant d'indexation. Cette offre d'un partage actif et opérationnel des expériences et d'une mise en réseau des réseaux participe à sa mesure à l'invention d'une langue et d'une culture d'une nouvelle modernité par une approche globale de la complexité. De quoi s'agit-il ?

De la capacité des territoires, en tant qu'acteurs collectifs, à penser et à interagir dans un monde interdépendant, grâce aux initiatives des différents acteurs d'un territoire qui s'inscrivent dans la durée. Un des défis majeurs de cette nouvelle culture écologique est, dès lors, de refuser les séparations entre penser et agir, entre les disciplines du savoir, entre les différents niveaux de gouvernance.

La capitalisation d'expériences visée n'est pas une simple addition d'expériences, mais la recherche d'une connaissance de plus large portée, construite par un « cycle de médiation » de l'action à l'action. Cela signifie transformer le vécu en une expérience transmissible à d'autres, en mettant en exergue les leçons principales au bénéfice des tiers. Ce « commun de la connaissance », qui vise au partage des retours d'expériences de chaque territoire, repose sur des exemples concrets qui nous permettent de sortir des approches en silo dans lesquelles nous nous sommes depuis trop longtemps enfermés.

Cet espace ouvert et multiforme, tout comme celui lié aux expériences des démarches « latouriennes », va pouvoir nourrir des chercheurs, des acteurs des territoires, des citoyens avec des exemples concrets qui font progresser les compréhensions, les confrontations, les stratégies des transitions écologiques en faisant apparaître les dimensions des co-constructions possibles.

Conclusion

Les exemples « inspirants » peuvent venir d'histoires anciennes et nouvelles, et de contextes géographiques très différents. La médiation des pratiques artistiques représente la preuve vivante de ces dynamiques en réseaux.

La gestion de nos héritages ne doit pas nous empêcher de questionner ce que nous prenons pour des évidences, d'apprendre à construire une pensée systémique et de créer de nouveaux réflexes de coopération entre les différents acteurs des territoires. ■

15. Conçu et développé par le réalisateur Jérémie Fontaine.

16. Pour Latour, l'idéologie de la modernité, qui se caractérisait par un front de progression continu du « savoir objectif » éradiquant les pratiques considérées comme subjectives ou crédules, se heurte aujourd'hui à la nécessité d'écologiser, c'est-à-dire de pluraliser nos modes d'existence et de connaissance pour que la terre demeure habitable (voir son *Enquête sur les modes d'existence*, La Découverte, 2012, p. 20 sq.).

17. Dès 1989, Félix Guattari affirmait ainsi qu'on ne ferait pas d'écologie « environnementale » sans faire également de l'écologie mentale et sociale : *Les Trois Écologies*, Galilée, 1989.

18. www.citego.org (consulté le 12 mars 2024).

La mise en œuvre d'une démarche de transition environnementale dans un établissement public de recherche : l'exemple du CNRS

Le défi de l'établissement, qui compte plus de 33 000 agents et plus de 1 000 laboratoires, est la mise en cohérence de ses pratiques de recherche avec la réduction de l'empreinte environnementale générée par ses activités. La démarche de transition environnementale du CNRS a été lancée en 2019, en s'appuyant sur les nombreuses initiatives déjà menées à l'échelle de plusieurs laboratoires.

BLANDINE DE GEYER

Référente nationale Développement durable CNRS, Mission transverse d'appui au pilotage (MTAP), CNRS

Au-delà de la réduction de l'empreinte carbone, cette démarche s'inscrit dans une politique globale de responsabilité sociale et environnementale (RSE)¹ de l'organisme et de forte contribution aux défis sociétaux par une production de connaissances au service des Objectifs de développement durable (ODD).

Des initiatives de laboratoire à une politique d'établissement

Dès 2018, les premiers bilans d'émissions de gaz à effet de serre (BEGES) ont été réalisés à l'échelle de quelques laboratoires, conscients de l'impact de leurs activités. À l'échelle de l'établissement, la direction a souhaité objectiver la réflexion de l'impact environnemental de ses activités en établissant son bilan de gaz à effet de serre, afin de pouvoir agir à l'échelle nationale.

Ce bilan s'appuie sur la méthodologie recommandée par l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME) et l'outil Gaz à effet de serre (GES) de Labos 1point5². La collaboration avec le groupement de recherche Labos 1point5 a mis en évidence un niveau moyen d'émissions de 14 tonnes équivalent CO₂ par agent, dont 74 % liés aux achats, 13 % aux missions, 7 % aux bâtiments et 6 % aux trajets domicile-travail. Il permet ainsi d'apporter un outil d'aide à la décision en matière de leviers de réduction d'impact. Sa diffusion a non seulement contribué à sensibiliser les équipes aux impacts des activités de

recherche, mais aussi à mettre en lumière les questions éthiques qu'elle soulève.

Une question d'éthique

La présidence a ainsi saisi en décembre 2021 le comité d'éthique du CNRS sur la prise en compte des enjeux environnementaux dans la conduite de la recherche.

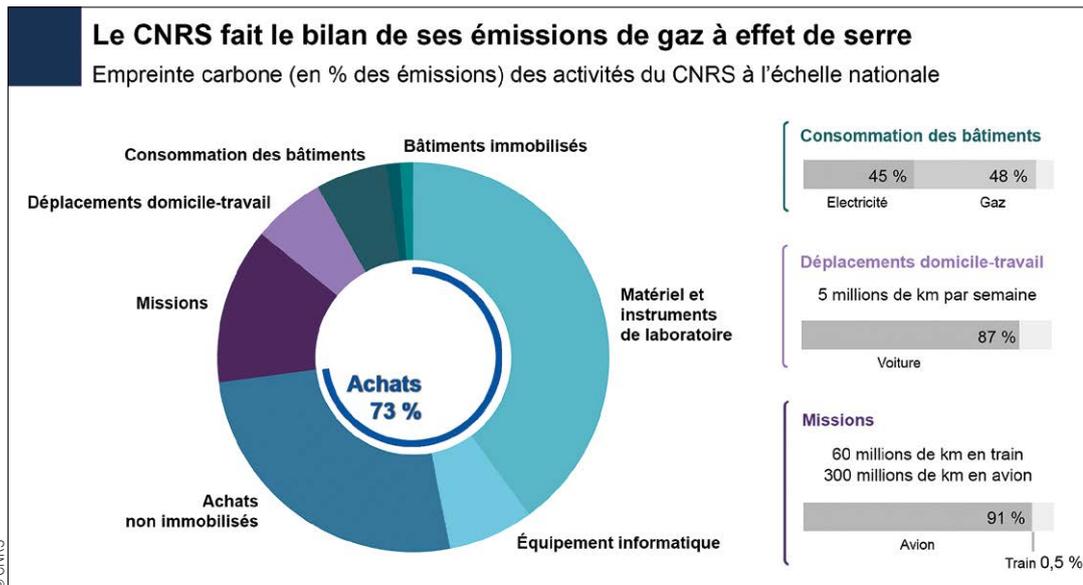
Dans son avis rendu le 5 décembre 2022³, le comité d'éthique du CNRS déclare que « la prise en compte des impacts environnementaux de la recherche doit être considérée comme relevant de l'éthique de la recherche, au même titre que le respect de la personne humaine ou de l'animal d'expérimentation ». Il estime néanmoins que « s'il est indispensable de calculer autant que possible les impacts, la démonstration d'un impact n'est pas à elle seule une raison suffisante pour ne pas conduire une recherche ».

Il est en effet de la responsabilité du CNRS d'apprécier l'impact de ses pratiques et les apports de la recherche à la compréhension et à la résolution de la transition environnementale. C'est ce juste équilibre que le CNRS se doit de trouver, avec ses partenaires, en s'engageant dans un schéma directeur « Développement durable et responsabilité sociétale » ambitieux tout en préservant l'excellence de la production scientifique.

1. Voir dans ce numéro les articles suivants : Henri-Luc Camplo, Léa Déjeux et Violette Lévy, « Le château d'Espeyran et son Obligation réelle environnementale (ORE) : une conviction, une démarche, des actions », p. 86 ; Yuléné Gourgoury, Vincent Hincker et Grégory Schütz, « Archéologie, responsabilité sociétale des organisations (RSO) et développement durable : l'exemple du département du Calvados », p. 89.

2. Voir dans ce numéro l'article de Marie-Alice Foujols et Céline Serrano, « Comprendre et réduire l'empreinte environnementale de nos activités de recherche : le Groupement de recherche (GDR) Labos 1point5 », p. 42. <https://labos1point5.org/> (consulté le 12 mars 2024).

3. Avis du Comité d'éthique du CNRS (COMETS) : « Intégrer les enjeux environnementaux à la conduite de la recherche – Une responsabilité éthique », 5 décembre 2022 : <https://comite-ethique.cnrs.fr/wp-content/uploads/2022/12/AVIS-2022-43-.pdf> (consulté le 12 mars 2024).



Bilan des émissions de gaz à effet de serre du CNRS à l'échelle nationale, 2022 (sur les données de 2019).

La mise en place d'une gouvernance transverse

Afin d'impulser une dynamique de transition environnementale, une gouvernance a été mise en place à toutes les échelles.

- Le comité développement durable, structure transverse, est présidé par le directeur général délégué à la science. Ce comité est composé de représentants des instituts scientifiques, des directions fonctionnelles, mais aussi des délégations régionales. Le portage de la démarche par la science manifeste le choix d'intégrer les enjeux environnementaux au cœur même de l'activité de recherche du CNRS. Une équipe rattachée à la Mission transverse d'appui au pilotage (MTAP) du CNRS est chargée au niveau national de coordonner les acteurs de cette politique.

- Des référents développement durable ont été nommés dans tous les instituts et dans chaque délégation régionale, constituant un réseau d'acteurs d'une quarantaine d'agents.

- Des référents développement durable ont été recensés dans plus de la moitié des laboratoires.

Plusieurs centaines d'agents sont investis dans ces missions qui ont permis, à l'échelle des laboratoires, des délégations régionales ou des instituts, d'identifier des leviers de réduction, d'expérimenter des solutions, d'évaluer des pratiques de recherche plus sobres, en support à la recherche la plus exigeante. Cette organisation a pour objet un partage de la dynamique de transition entre toutes les entités de l'établissement et s'appuie entièrement sur une communauté de référents développement durable, issus des métiers d'appui à la recherche, ou de chercheurs. L'enjeu est encore ici de trouver le bon équilibre entre une politique impulsée au plus haut niveau et la prise en compte des spécificités et des solutions identifiées à l'échelle des laboratoires.

Mesurer pour mieux réduire

Le comité développement durable s'est appuyé sur le BEGES pour élaborer, fin 2022, un plan de transition bas carbone. Quatre axes thématiques ont été identifiés : les achats, le numérique, l'énergie, les déplacements, tout en amorçant une réflexion plus globale sur l'objet et les pratiques de recherche. Cette dernière réflexion est notamment portée au sein des instituts dans le cadre de leurs exercices de prospectives scientifiques.

Le bilan montre en effet que pour atteindre les objectifs de réduction alignés sur le plan Climat du ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, à savoir une réduction de 5 % des émissions par an, il est nécessaire de faire évoluer les pratiques de recherche.

Des actions transverses ont donc également été identifiées autour de 3 axes : sensibiliser, valoriser et mesurer.

« La prise en compte des impacts environnementaux de la recherche doit être considérée comme relevant de l'éthique de la recherche, au même titre que le respect de la personne humaine ou de l'animal d'expérimentation »



Exposition « Tour de France des laboratoires en transition » élaborée dans le cadre de la journée « Intégrer les enjeux environnementaux à la conduite de la recherche » organisée par le CNRS le 7 avril 2023.

Un plan de transition environnementale : intégrer, au-delà du carbone, les autres enjeux environnementaux

Défini fin 2022, le plan⁴ sera enrichi en 2024 par une politique en faveur de la biodiversité et d'une meilleure gestion des ressources en cohérence avec le plan Climat biodiversité du ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche.

Pour encourager les initiatives des unités de recherche, le CNRS a lancé il y a quelques mois son premier appel à projet interne qui a permis de cofinancer plus de 30 projets⁵ de réduction d'impact environnemental dans les unités.

4. <https://www.cnrs.fr/fr/cnrsinfo/transition-bas-carbone-un-plan-ambitieux-pour-le-cnrs> (consulté le 12 mars 2024).
5. <https://www.cnrs.fr/fr/cnrsinfo/transition-bas-carbone-des-projets-varies-et-innovants> (consulté le 12 mars 2024).
6. <https://materre.osug.fr/> (consulté le 2 mai 2024).

Accompagner l'évolution des pratiques de recherche

L'évolution vers des pratiques de recherche plus sobres passe par la diffusion d'une culture de l'impact. Cela signifie, d'une part, s'appropriier les ordres de grandeur spécifiques aux activités de recherche et les principes méthodologiques des différents types d'impacts (carbone, biodiversité...), d'autre part, de pouvoir aussi comparer les solutions en évitant celles qui pourraient générer un effet rebond ou le transfert d'un impact environnemental vers un autre.

Cette culture de l'impact nécessite non seulement la mise en place d'actions de sensibilisation, mais aussi des compétences spécifiques qui concernent aussi bien les personnels d'accompagnement que les chercheurs ou chercheuses. Dans cette perspective, le CNRS constitue un vivier d'animateurs internes pour déployer à grande échelle des « ateliers de transition environnementale ». Il déploie ainsi des ateliers « Fresque du climat » et « Ma terre en 180 minutes⁶ », ateliers issus des métiers de la recherche et adaptés à ceux-ci. Il intègre dans son offre aux agents des parcours de formations à l'animation d'atelier.

Conclusion

L'évolution des pratiques de recherche nécessite d'ouvrir des espaces de discussion à toutes les échelles pour identifier les mesures acceptables par les communautés scientifiques et d'appui à la recherche. Cela passe par une étape de constat, partagé par le collectif de travail, sur les impacts de ses activités et la mobilisation d'outils d'intelligence collective pour identifier ensemble des alternatives innovantes à moindre impact, mais néanmoins adaptées aux activités. ■



Atelier « Ma terre en 180 minutes » organisé dans le cadre d'un séminaire des dirigeants au siège du CNRS. Il s'agit de décider collectivement comment réduire de 50 % les émissions d'un laboratoire fictif mais avec des données bien réelles.

La recherche dans le domaine de l'environnement à l'Agence nationale de la recherche (ANR). Mobiliser les différents champs du savoir

Depuis plusieurs décennies, la science contribue à mettre en évidence la complexité des phénomènes en jeu dans les dynamiques du climat, de la biodiversité ou des ressources naturelles. À l'étude du rôle des activités humaines dans la dégradation et la perturbation de ces dynamiques s'ajoute celle des conséquences pour les humains et les sociétés, ainsi que l'exploration des formes d'adaptation et de résilience possibles. L'ensemble des grands champs disciplinaires sont concernés : de l'écologie et des sciences de l'évolution, des sciences biologiques et médicales, physiques et chimiques, aux mathématiques et aux sciences du numérique ou encore aux sciences humaines et sociales.

De moins de 800 000 ans au présent

Reconstitution des climats anciens grâce à la mesure du taux de CO₂ dans les carottes glaciaires, observation de l'activité biologique des océans et de leur rôle dans les cycles du climat, étude des effets des expositions chimiques sur la santé humaine, mise au point de techniques agricoles plus respectueuses des sols, élaboration de normes juridiques ou techniques et de politiques... À la diversité des objets de recherche répondent la diversité des échelles de temps – de moins 800 000 ans aux projections à 20 ans – et la diversité des espaces – des grands cycles planétaires environnementaux à la connaissance de la diversité des sociétés humaines.

Depuis sa création en 2005, l'Agence nationale de la recherche¹ soutient la production de connaissances dans ces différents domaines, de la recherche fondamentale à la recherche finalisée, mono-disciplinaire ou transdisciplinaire.

La diversité des instruments de financement permet d'accompagner les dynamiques scientifiques tant en matière de fronts de recherche que de thèmes émergents. Si l'Appel à projets générique (AAPG) contribue à financer des recherches de moyen et long termes, des appels Flash permettent le recueil de données et la contribution à l'expertise en situation d'urgence et de crise².

Le Plan d'action de l'ANR, à travers l'appel à projets générique, finance chaque année de nombreux projets, par exemple dans le domaine du fonctionnement du système Terre (hydrosphère, atmosphère, biosphère...) et des grands cycles bio-géo-chimiques, des dynamiques des écosystèmes, des scénarios d'évolution. L'étude des espèces vivantes est approfondie grâce aux travaux dans les domaines de la biologie végétale et animale portant sur les micro-organismes, les pathogènes, ou encore les plantes, les pollinisateurs, etc.



CATHERINE COURTET

Responsable scientifique, Département Sciences humaines et sociales, ANR

JANNA MIA

Chargée de projets scientifiques, Département Environnement, Écosystèmes et Ressources biologiques, ANR

1. L'Agence nationale de la recherche (ANR) est une agence de financement placée sous la tutelle du ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche : <https://anr.fr/>
2. Les appels Flash ont été mis en place la première fois à la suite du tremblement de terre de Haïti, puis suite à l'accident de Fukushima. Ils permettent d'attribuer des financements dans un temps court pour des projets qui permettent la mobilisation rapide des recherches.

Environnement – énergie renouvelable – développement durable – écologie – recycler.

© pic rider – Adobe Stock (https://stock.adobe.com/fr/images/environnement-energie-renouvelable-developpement-durable-ecologie-recycler/148869825?prev_url=detail)

© Opsyjac, CC-BY-SA-4.0 - https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Barrage_de_Roselend_3.jpg

Barrage de Roselend-Lac de Roselend, septembre 2016.

L'accompagnement des transitions écologiques et énergétiques implique de renforcer les connaissances sur les liens entre les activités humaines (transports, agriculture, systèmes alimentaires, services urbains, industrie...) et les écosystèmes afin de proposer des innovations, des modes de gestion durables du point de vue économique, social et environnemental. Les perspectives ouvertes sont multiples : agroécologie, procédés de transformation alimentaire sobres en énergie ou bio-inspirés, écoconception des matériaux, captage des énergies renouvelables...

Les recherches soutenues dans le domaine des territoires urbains concernent aussi les différentes échelles : des bâtiments jusqu'aux systèmes urbains. Les équipements et les infrastructures sont abordés sous l'angle de la qualité de l'environnement, de la nature en ville, de l'économie circulaire, de la mutualisation des flux énergétiques et des matières ou de la construction durable des bâtiments. La vulnérabilité des territoires aux changements environnementaux et les conditions de leur résilience font également l'objet de travaux.

Les liens entre environnement et santé ont été pris en compte dès la création de l'ANR à travers la caractérisation des contaminants, leur transfert dans les différents milieux et la mesure des expositions humaines. Les conditions d'émergence, de diffusion des agents pathogènes et des maladies infectieuses sont également prises en compte.

Par l'utilisation de grands équipements, notamment en matière de calcul et de données

massives, la dimension internationale de la recherche dans le domaine de l'environnement est essentielle.

Des recherches en coopérations internationales

L'ANR est impliquée dans de nombreux partenariats internationaux. Le Belmont Forum³, qui rassemble des organisations de financement de la recherche de 25 pays, lance des appels à projets visant à améliorer la compréhension des changements globaux et à élaborer des perspectives vers la durabilité en appui aux décisions publiques.

L'ANR contribue également à plusieurs partenariats dans le cadre du programme-cadre de l'Union européenne pour la recherche et l'innovation, Horizon Europe, tels que *Water4All*⁴, qui réunit 30 pays autour de la gestion durable des ressources en eau douce, ou encore *Sustainable Blue Economy Partnership*⁵ qui mobilise 34 organisations de financement autour des activités économiques liées aux océans et aux mers.

Initié en 2007, le réseau de financement européen Biodiversa est exemplaire de l'engagement de long terme de l'ANR sur le thème de la biodiversité (terrestre, marine ou en eau douce), des services écosystémiques et des solutions fondées sur la nature. Depuis 2021, Biodiversa+⁶ permet aux bénéficiaires de disposer de cofinancements par la Commission et les agences nationales de 40 pays du monde.

L'action de recherche collaborative lancée, notamment par les Initiatives de programmation conjointe (JPI) *Cultural Heritage and Global Change*

3. <https://www.belmontforum.org/> (consulté le 12 mars 2024). Voir dans ce numéro l'article de Chiara Bortolotto, « La climatisation du Patrimoine culturel immatériel (PCI) », p. 24

4. <https://www.water4all-partnership.eu/> (consulté le 12 mars 2024).

5. <https://bluepartnership.eu/> (consulté le 12 mars 2024).

6. <https://www.biodiversa.eu/> (consulté le 12 mars 2024).



© Christophe95, CC-BY-SA-4.0 : https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Rice_Terraces_in_Sa_Pa_02.jpg

Terrasses de Sapa, Vietnam, mars 2020.

et le Belmont Forum⁷, vise à soutenir des projets sur l'impact du changement climatique sur le patrimoine culturel et les solutions durables de préservation.

Si l'ensemble des départements scientifiques de l'ANR⁸ contribue au financement de travaux de recherche dans les domaines de l'environnement, en 2023, les appels à projets placés sous la responsabilité du département Environnement, Écosystèmes et Ressources biologiques ont permis d'accorder près de 95 M€ aux équipes de recherche.

Les actions France 2030

Le Plan d'investissements d'avenir « France 2030 » soutient la recherche dans le domaine de l'environnement à travers plusieurs actions, parmi lesquelles on peut citer l'action *Make our planet great again* (MOPGA)⁹, lancée en 2017, cordonnée avec l'Allemagne, et qui vise à promouvoir les travaux sur le climat et l'énergie, grâce à l'accueil de chercheurs étrangers ou au retour de chercheurs français.

Les PEPR (Programmes et équipements prioritaires de recherche), dédiés au financement de la recherche fondamentale, visent à construire un *leadership* français dans des domaines scientifiques pouvant contribuer à des transformations technologiques, économiques, sociétales, sanitaires ou environnementales. Ainsi, une vingtaine de programmes, comme les PEPR SOLU-BIOD (solutions fondées sur la nature), *FairCarbon*, *OneWater*, Sous-sol, Océan ou IRiMa¹⁰ sur la gestion intégrée des risques, favorise les approches de protection ou de gestion des écosystèmes

en réponse aux défis du changement global, des risques naturels, de la santé, de l'approvisionnement en eau, de la biodiversité, de la sécurité alimentaire, de l'équité sociale, environnementale, économique, et dont la subvention varie entre 30 et 75 M€ par programme.

Conclusion

Les changements environnementaux et sociétaux associés constituent un défi autant pour la recherche que pour la définition de solutions et leur mise en œuvre. La complexité des questions appelle la mobilisation des différents champs du savoir ; la production de connaissances pour l'expertise et l'appui aux politiques publiques sont indissociables de la recherche fondamentale. ■

Pour en savoir plus

Conseil d'administration de l'ANR, *Plan d'action 2024, 2023* : <https://anr.fr/fr/plan-daction-2024/> (consulté le 12 mars 2024).

Les cahiers de l'ANR, 2009 : <https://anr.fr/fr/ressources/cahiers-thematiques/> (consulté le 12 mars 2024).

15 ans de recherches en biodiversité : bilan et perspectives, Colloque du 6 décembre 2023 à Paris : <https://anr.fr/fr/actualites-de-lanr/details/news/colloque-15-ans-de-recherches-en-biodiversite-bilan-et-perspectives-le-6-decembre-2023-a-paris/> (consulté le 12 mars 2024). ; et *MOPGA : retour sur quatre années de collaboration scientifique internationale* : <https://anr.fr/fr/actualites-de-lanr/details/news/mopga-retour-sur-quatre-annees-de-collaboration-scientifique-internationale/> (consulté le 12 mars 2024).

7. <https://www.heritageresearch-hub.eu/funding/climate-cultural-heritage-cch-collaborative-research-to-address-urgent-challenges/> (consulté le 12 mars 2024).

8. Des projets portant sur l'environnement sont aussi financés dans le cadre des appels à projets gérés par les départements Sciences humaines et sociales, Sciences physiques, Ingénierie chimie, énergie, Biologie santé, Numérique et Mathématiques.

9. <https://anr.fr/fr/actualites-de-lanr/details/news/mopga-retour-sur-quatre-annees-de-collaboration-scientifique-internationale/> (consulté le 12 mars 2024).

10. <https://www.cnrs.fr/fr/nos-defis/ocean>; <https://www.cnrs.fr/fr/pepr/pepr-exploratoire-irima-science-du-risque> (consulté le 17 avril 2024).

Les sciences humaines et sociales au défi du changement climatique

Par son ampleur, sa rapidité et sa gravité, le changement climatique met profondément à l'épreuve nos sociétés, dont les systèmes juridiques, politiques, économiques, comme les modes de vie, les manières de produire et de consommer se révèlent inadaptés. Les sciences humaines et sociales sont aujourd'hui une source d'apports majeurs à la compréhension de ces enjeux posés par le changement climatique. À des rythmes différents, qui s'expliquent par des considérations épistémologiques propres aux différentes disciplines, toutes se sont emparées progressivement de la question. Elles sont de plus en plus largement et fortement interpellées au fur et à mesure que le changement climatique se donne à voir comme ce qu'il est : un fait inextricablement environnemental *et* social.

SANDRINE MALJEAN-DUBOIS

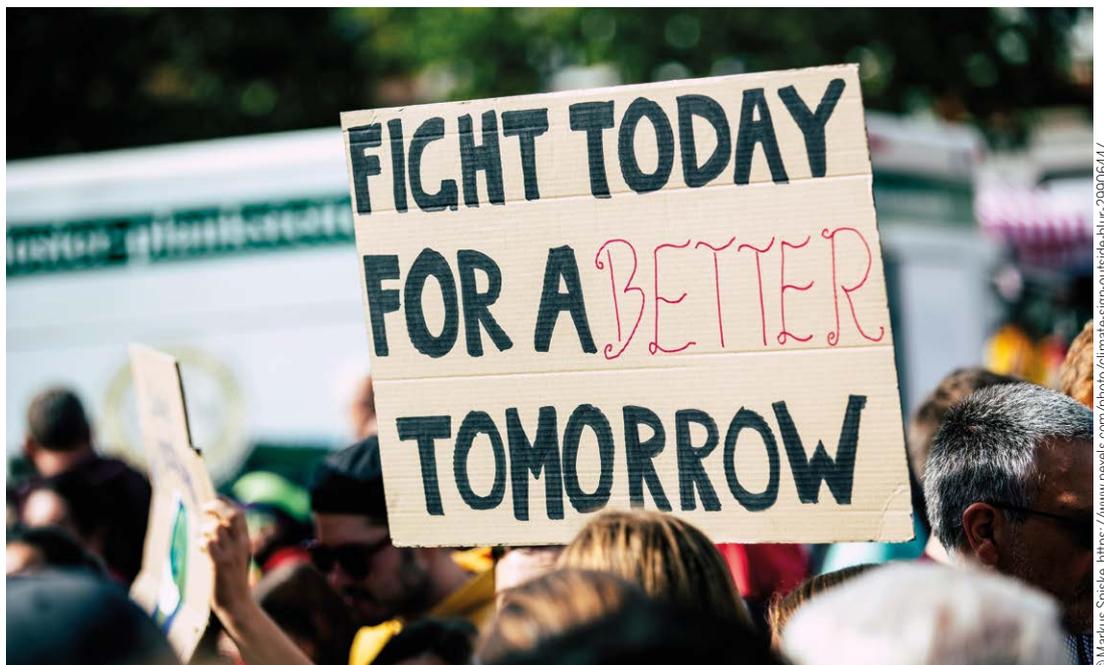
Directrice de recherche au CNRS,
Directrice adjointe scientifique
de CNRS Sciences humaines & sociales

STÉPHANIE VERMEERSCH

Directrice de recherche au CNRS,
Directrice adjointe scientifique
de CNRS Sciences humaines & sociales

Les activités humaines modifient le climat, qui lui-même a un impact sur les activités humaines. Les interactions permanentes entre dynamiques climatiques, ou naturelles, et dynamiques sociales viennent d'ailleurs démontrer le caractère caduc de cette distinction. L'océan en offre une bonne illustration. Il est perçu comme un système « naturel » alors même

que le changement climatique, les pollutions diverses (plastique, métaux lourds, pollution sonore...), les activités industrielles extractives (pêche, pipelines et autoroutes du numérique, activités récréatives...) en font un milieu très anthropisé. L'empreinte humaine est présente jusque dans les grands fonds marins.



Manifestation pour le climat,
26 septembre 2019.

© Markus Spiske. <https://www.pexels.com/photo/climate-sign-outrside-blur-2990644/>



© Robin Erino. <https://www.pexels.com/photo/crowd-of-people-marching-on-a-rally-2975498/>

Manifestation pour le climat,
23 septembre 2019.

Une « climatisation » de la recherche

Les recherches des sciences humaines et sociales qui prennent à bras-le-corps des objets liés au changement climatique sont aujourd'hui aussi nombreuses que diverses.

Les analyses des sciences humaines et sociales permettent ainsi de comprendre la façon dont le changement climatique a été peu à peu « construit » et mis sur agenda, passant du statut de fait scientifique à celui de problème public, selon un « cadrage » individualisant et dépolitisé, qui place les enjeux non pas dans la sphère publique des problèmes politiques relevant de l'action collective, mais dans la sphère privée des affaires morales relevant de l'action individuelle¹. Riches et nombreux sont aussi les travaux qui décrivent la « mise en politique publique » du changement climatique, à travers l'élaboration des institutions, des normes et des instruments visant la décarbonation de nos sociétés². Les recherches montrent également comment des pans entiers des activités humaines se « climatisent », et ceci de façon grandissante au fur et à mesure que les conséquences du changement se font plus largement sentir³. Elles cherchent à analyser la portée et les limites de nos actions et politiques⁴.

Qu'il s'agisse de réduire les émissions de gaz à effet de serre ou de s'adapter, les changements climatiques sont un multiplicateur d'inégalités, notamment sociales et économiques, y compris à l'échelle internationale entre pays du Nord et du Sud. Les chercheurs en sciences humaines et sociales s'attachent à décrypter les asymétries existantes, que ce soit à

l'intérieur des pays ou entre les pays, et alimentent par là une réflexion nécessaire pour penser des transitions qui soient les plus justes possibles⁵.

Regardant en France et souvent au-delà, par des recherches aréales et comparatistes, les chercheurs en sciences humaines et sociales se saisissent de ces occasions pour analyser les ressorts de l'engagement individuel, l'évolution des formes de mobilisation collective, les bricolages juridiques et institutionnels destinés à permettre une participation du public à la prise de décision et s'interrogent sur leur portée concrète⁶.

Les chercheurs s'intéressent enfin à la façon dont les changements climatiques en cours sont vécus et

1. Voir par exemple Jean-Baptiste Comby, *La question climatique, Genèse et dépolitisation d'un problème public*, Raisons d'Agir, 2015, 250 p.

2. Voir par exemple, à l'échelle internationale, Stefan C. Aykut et Amy Dahan, *Gouverner le climat ? Vingt ans de négociations internationales*, Presses de Sciences Po, 2015, 752 p. ou, à l'échelle locale, Alice Mazeaud, Alexis Aulagnier, Andy Smith et Daniel Compagnon, « La territorialisation de l'action climatique », *Pôle Sud*, vol. 57, n° 2, 2022, p. 5-20.

3. Voir par exemple, pour le secteur agricole, Marie Hrabanski, « Une climatisation des enjeux agricoles par la science ? Les controverses relatives à la *climate-smart agriculture* », *Critique internationale*, vol. 86, n° 1, 2020, p. 189-208, ou, pour les politiques de biodiversité, Alexandra Langlais, « Solutions fondées sur la nature : levier ou frein pour la préservation de la biodiversité ? Réflexions juridiques », dans Marta Torre-Schaub et Blanche Lormetieu (dir.), *Droit et changement climatique : comment répondre à l'urgence climatique ? Regards croisés à l'Interdisciplinaire*, Mare et Martin, 2020, p. 181-196.

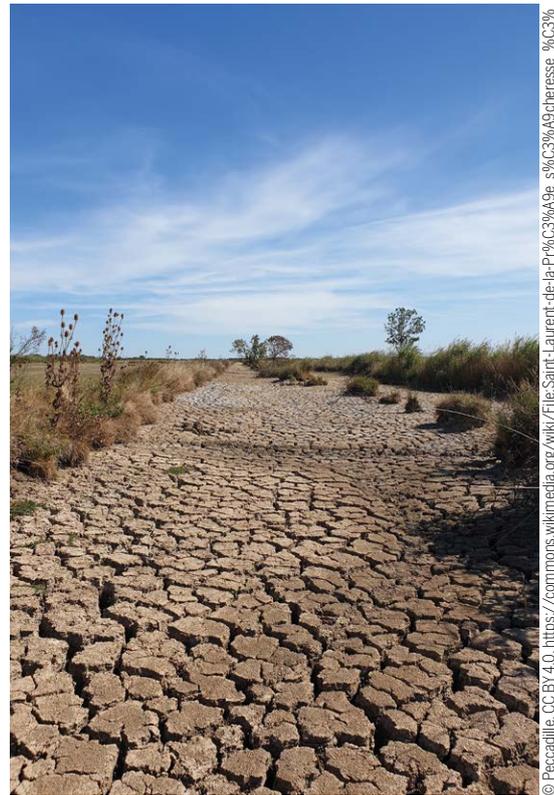
4. Voir par exemple Marta Torre-Schaub (dir.), *Bilan et perspectives de l'Accord de Paris (COP 21). Regards croisés*, IRJS., 2017, 162 p.

5. Voir par exemple Malcom Ferdinand, *Une écologie décoloniale. Penser l'écologie depuis le monde caribéen*, Seuil, coll. « Anthropocène », 2019, 464 p.; Catherine Larrère (dir.), *Les inégalités environnementales*, Presses universitaires de France, coll. « La Vie des idées », 2017, 104 p.

6. Voir par exemple Jean-Michel Fourniau, Loïc Blondiaux, Dominique Bourg et Marie-Anne Cohendet (dir.), *La démocratie écologique. Une pensée indisciplinée*, Hermann, 2022, 436 p.; Thierry Pech, *Le Parlement des citoyens. La Convention citoyenne pour le climat*, Seuil, coll. « La République des idées », 2021, 224 p.; Luc Semal, *Face à l'effondrement. Militier à l'ombre des catastrophes*, Presses universitaires de France, 2019, 368 p.

© Harrison Haines. <https://www.pexels.com/photo/white-ice-formation-2869610/>

Iceberg, 31 août 2019.

© Peccadille. CC BY 4.0. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Saint-Laurent-de-la-Pr%C3%A9e_s%C3%A9cheresse_%C3%A9%CC%84_2022_07.jpg

Canaux asséchés dans la zone marécageuse de l'estuaire de la Charente, Saint-Laurent-de-la-Prée, août 2022.

7. Voir par exemple Séverine Durand, Céline Granjou et Coralie Mounet, « Connaissances et expériences ordinaires des dérèglements climatiques », *Journal des anthropologues*, 2022, p. 168-169 ; Camille Toledo, *Le fleuve qui voulait écrire*, Les liens qui libèrent, Paris, 2021, 304 p.

8. Agathe Euzen, Bettina Laville et Stéphanie Thiébaud, *L'adaptation au changement climatique. Une question de sociétés*, CNRS éditions, 2017, 416 p.

9. Marc Fleurbaey et Franck Lecoq (dir.), *Les sciences humaines et sociales et le climat en France : état des lieux et perspectives*, Rapport de mission au ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, décembre 2022, 81 p. (inédit).

10. Francis Chateauraynaud et Cathy Dubois, « Et si la climatologie devenait une science sociale comme les autres ? À propos du colloque "Entre connaissance et action : regards croisés sur les enjeux climatiques et environnementaux" », *Natures Sciences Sociétés*, vol. 27, n° 1, 2019, p. 63-72.

ressentis par les individus. Ils aident à mettre des mots sur les émotions que fait naître le changement climatique, pour inventer de nouveaux récits et permettre de se projeter dans des futurs possibles⁷.

Une opportunité pour de nouvelles explorations

De fait, les sciences humaines et sociales trouvent dans le changement climatique un terrain particulièrement fertile pour examiner les résistances sociales et les contradictions de nos sociétés, les systèmes économiques, politiques et les scènes diplomatiques, à différentes échelles et sur l'ensemble des territoires⁸. Les travaux des chercheurs éclairent, en leur donnant une profondeur de champ historique, les multiples manières dont les individus et les sociétés admettent, avec de plus ou moins grandes difficultés, le nouveau régime climatique à venir, la façon dont ils agissent, réagissent, s'adaptent, se mobilisent, s'affrontent, explorent et expérimentent pour construire notre présent et notre futur.

La question climatique se présente ainsi comme une formidable opportunité sur le plan scientifique. Exploration de nouveaux objets, laboratoire d'interdisciplinarité, école du renforcement des liens sciences-société, le climat renouvelle en profondeur

le champ, les méthodes, les objectifs et la portée de beaucoup de disciplines des sciences humaines et sociales. Si le chemin parcouru par ces dernières est important, de nombreux verrous scientifiques demeurent, notamment dans des domaines où le climat est encore peu présent au regard de ses conséquences déjà bien réelles : santé, éducation, alimentation, tourisme, patrimoine culturel et historique, mobilités et migrations, habitat, fragmentations et fractures, pollutions, etc. Les transitions attendues dans tous les secteurs, énergie, agriculture, industrie, bâtiment, transports, et qui peuvent s'appréhender en termes de dynamiques des systèmes socio-spatiaux, demandent également à être mieux étudiées, y compris pour anticiper des effets sociaux et économiques rétroactifs possiblement régressifs. Les enjeux de gouvernance et de politiques publiques d'atténuation, comme d'adaptation, et ceux de redistribution ont également besoin d'être encore étoffés⁹. De façon transversale, les sciences humaines et sociales doivent aussi réfléchir avec les acteurs professionnels et les citoyens sur les effets du changement climatique, la façon dont il percute et réfracte les grandes fractures sociales, les représentations qui en sont véhiculées. Ici, l'approche des sciences participatives est désormais incontournable. Les approches sociales du climat sont en effet au cœur de la production d'une science citoyenne.

Bibliographie sélective

Francis Chateauraynaud et Cathy Dubois, « Et si la climatologie devenait une science sociale comme les autres ? À propos du colloque "Entre connaissance et action : regards croisés sur les enjeux climatiques et environnementaux" », *Natures Sciences Sociétés*, vol. 27, n° 1, 2019, p. 63-72.

Agathe Euzen, Bettina Laville et Stéphanie Thiébaud (dir.), *L'adaptation au changement climatique. Une question de sociétés*, CNRS éditions, 2017, 416 p.

Sandrine Maljean-Dubois, Stéphanie Vermeersch et Agnès Deboulet (dir.), *Les sociétés face aux défis climatiques*, CNRS éditions, 2024, 256 p.

Conclusion

Ainsi, la portée des recherches dépasse le cadre scientifique en ce qu'elle est proprement politique : elles participent du renforcement de la capacité de nos sociétés à s'emparer du « problème »¹⁰ et à se mettre en mouvement, attitude indispensable si nous ne voulons pas juste attendre l'arrivée de la catastrophe... comme dans le film *Don't look up*. ■

Cité anthropocène : pour une conversation continue entre sciences, arts et société à l'heure de l'urgence écologique



Énergies Désespoirs, une exposition qui présente des mondes qui s'effondrent et d'autres qui sont reconstruits et réparés collectivement. Le Centquatre, Paris, 2021.

Le 6 septembre 2023, Antonio Guterres, secrétaire général de l'Organisation des Nations unies, tirait la sonnette d'alarme en déclarant : « L'effondrement climatique a commencé. » Le changement global est enclenché, il n'est plus un enjeu à venir mais une réalité sensible que nous vivons d'ores et déjà et à certains endroits de la planète de manière tangible et dramatique. Face à l'angoisse climatique et au désespoir des constats, Cité anthropocène¹ fait le pari du caractère réparateur et enthousiasmant de l'engagement et de la transversalité. C'est l'ensemble des secteurs des sociétés qui doit se mobiliser toujours davantage afin de garantir l'habitabilité de nos territoires. Cité Anthropocène cherche à être l'une des chevilles ouvrières de cette mobilisation en construisant une culture commune pour apprendre à vivre avec le trouble intrinsèque à l'Anthropocène.

FRANÇOIS DE GASPERI

Associé Cité anthropocène, doctorant de l'École urbaine de Lyon/École normale supérieure de Lyon, Laboratoire Environnement Ville Société (EVS), équipe Bio-Géophile, UMR CNRS 5600

1. <https://cite-anthropocene.fr/> (consulté le 6 mars 2024).

Le constat : l'observation d'un monde en crise

« Bien nommer les choses, c'est éviter du malheur au monde » pourrait-on dire dans une réinterprétation libre de la formule de Camus. L'Anthropocène est un mot complexe. Il suscite le débat, agite les controverses, y compris chez les scientifiques. Les critiques qu'on lui adresse tiennent pour l'essentiel à sa datation (le Néolithique avec la découverte de l'agriculture et la sédentarisation qui en découle; 1492 qui marque le début de la colonisation planétaire s'accompagnant d'un extractivisme massif des ressources et des peuples; le début de l'ère industrielle avec l'emploi d'énergies fossiles polluantes) et à la question de la responsabilité dans les bouleversements à l'œuvre.

Du « capitalocène » au « plantationocène », en passant par le « chthulucène », le « thanatocène », le « pétrocène » et tant d'autres termes mis sur le devant de la scène², le monde académique s'interroge. Comme une quête qui chercherait à désigner les responsables, à identifier les coupables dans les crises écologiques en cours.

Au-delà des controverses, une chose reste néanmoins incontestable : l'humain est devenu une force « si grande et si active qu'elle rivalise avec quelques-unes des grandes forces de la Nature dans son impact sur le fonctionnement du système terrestre³ ». En fait, l'Anthropocène marque cette nouvelle époque dans l'histoire de l'anthropisation de la Terre, où les activités humaines agissent jusqu'à provoquer une remise en question de son habitabilité.

Apposer l'épithète d'anthropocène au nom de cité est une hypothèse de travail qui consiste à observer que l'urbanisation généralisée de la planète épouse fidèlement le dépassement des limites planétaires⁴. La grande accélération⁵ s'opère *via* le fait urbain. Les villes sont le catalyseur du changement global : elles sont le produit de l'extractivisme et du productivisme et les activités qu'on y déploie produisent émissions et pollutions.

Agir de manière responsable, en tant qu'acteur scientifique et culturel, c'est alors contribuer à documenter cette réalité complexe, ce monde troublé et fluctuant qui est le nôtre, et donner à voir des voies de passage pour naviguer dans ces mondes incertains.

Cité anthropocène, un pari

Associer « Cité » et « Anthropocène », c'est aussi un projet utopique qui s'inscrit dans la longue tradition des idées et des réalisations culturelles. De Thomas More et son *Utopia* à Bacon et sa *Nouvelle Atlantide*, les récits d'auteurs foisonnent depuis longtemps pour réfléchir à l'invention de nouveaux possibles. L'utopie (*utopia*), c'est littéralement la constitution de lieux qui n'existent pas, qui ne se trouvent nulle part. Mais c'est aussi l'ambition de bâtir le lieu bon, le lieu parfait (*eutopia*). À Lyon, ce projet utopique s'est par exemple matérialisé sous les dessins d'un architecte : Tony Garnier qui, au milieu du xx^e siècle, a tenté de saisir la ville de demain, cette fameuse « cité industrielle » qui abriterait les hommes et organiserait méthodiquement leurs activités de façon harmonieuse.

Le paradoxe est là : aujourd'hui, c'est finalement la fabrique de la ville et les modes de vie qui l'accompagnent qui participent à la remise en question même de l'habitabilité planétaire. L'existence des lieux est menacée, le lieu pourrait ne plus en être un. Et dans le même temps, les lieux d'autres possibles peinent à s'inventer. D'où la nécessité urgente de constituer de nouveaux récits, capables d'accueillir de nouvelles « cités » au sens de Boltanski et Thévenot⁶ : un ordre de grandeur nouveau, un ordre de valeurs capable de dégager des nouveaux horizons de sens.

Une recherche de possibles pour peupler la Cité anthropocène

Cette culture de l'Anthropocène, c'est d'abord le constat partagé des dérèglements en cours, des enjeux à l'œuvre et des défis à relever. Pour participer à la nécessaire construction de cette culture commune, Cité anthropocène se veut être un outil d'acculturation aux défis à affronter, de transmission des savoirs, d'expérimentation et d'investigation qui accompagne les politiques d'adaptation et d'atténuation à mettre en œuvre.

Appeler de ses vœux la constitution d'une culture de l'Anthropocène, c'est formuler la nécessité de mettre en lumière des connaissances plurielles et exigeantes. Face au « *There is no alternative* », Cité anthropocène donne à voir, à entendre et à lire des possibles qui s'élaborent déjà sur le terrain. Ces possibles, ce sont avant tout des conversations car l'Anthropocène appelle l'éclatement des frontières disciplinaires, le croisement des regards, le dialogue interculturel. Il s'agit en fait de construire des ponts entre des acteurs jusqu'alors séparés, d'élaborer des passerelles entre des disciplines qui dialoguent sans véritablement cohabiter, de suturer, ravauder, rapiécer, réparer, retisser. En un mot, de faire commun et d'assumer la dimension politique de toute activité scientifique et culturelle.

2. Pour plus de détails sur ces débats sémantiques et conceptuels, se référer à l'ouvrage canonique de Christophe Bonneuil et Jean-Baptiste Fressoz intitulé *L'Événement anthropocène. La Terre, l'histoire et nous*, Seuil, 2013.

3. Will Steffen, Jacques Grinevald, Paul Crutzen et John McNeill, « The Anthropocene: Conceptual and historical perspectives », *Philosophical Transactions of the Royal Society A*, vol. 369, n° 1938, 2011, p. 842-867.

4. Michel Lussault, « Bienvenue (?) dans l'Anthropocène ! », *Anthropocene 2050*, 27 octobre 2019 : <https://medium.com/anthropocene2050/bienvenue-dans-lanthropoc%C3%A8ne-dc8c8c097a5c> (consulté le 6 février 2024).

5. Les scientifiques conviennent que, depuis les années 1950, les écosystèmes ont été altérés plus rapidement et plus profondément que jamais, sous l'effet conjoint de l'essor de la société de consommation dans les pays de l'OCDE, du boom démographique, de la croissance économique et de l'urbanisation. Le chimiste américain Will Steffen a baptisé ce phénomène « la grande accélération ».

6. Luc Boltanski et Laurent Thévenot, *De la justification. Les économies de la grandeur*, Gallimard, coll. « NRF essais », 1991 : <https://www.gallimard.fr/Catalogue/GALLIMARD/NRF-Essais/De-la-justification> (consulté le 6 février 2024).



© Melania Avanzato

Des vertus de l'expérimentation « scientifi-culturelle », Lyon, 2023.



© Jindra Kratochvíl

Radio anthropocène, un média pour rendre audible le changement global et sensibiliser le plus grand nombre, Lyon, 2023.

L'invention de nouvelles cultures scientifiques

Nous sommes aussi face à un paradoxe. Le savoir n'a jamais été aussi accessible, les connaissances aussi nombreuses et spécialisées. Pourtant, le doute envers la science se généralise et le savoir peine à se rendre audible. Porté par des marchands de doute et la baisse de culture scientifique, le climatoscepticisme fait des émules. Si le savoir est présent, il convient aussi de savoir le présenter, le rendre présentable. Appeler de ses vœux la constitution d'une culture de l'Anthropocène, c'est aussi réfléchir à de nouvelles manières de mettre en scène ces connaissances. C'est là l'ambition de Cité anthropocène.

Comme dans chaque cité, notre « Forum » des savoirs⁷ vise la réinsertion de ces derniers au cœur du débat public et politique. Comme nous sommes convaincus de la nécessité de croiser les mondes et d'inventer des formats de médiation et de diffusion des savoirs, nos activités revendiquent toutes un caractère expérimental, indispensable pour engager des bifurcations. Nous développons ainsi de multiples formats de diffusion et explorons une grande diversité de régimes d'expression pour construire de nouvelles scénographies du savoir. Organisation d'un festival d'idées, programmation radiophonique⁸ régulière, veille, édition, exposition, vidéo, photographie, dessin, écriture, théâtre : nous ouvrons le plus largement possible l'audience du forum scientifique de l'Anthropocène.

Pour des sciences culturelles

La cohabitation planétaire entre humains et non-humains appelle l'élaboration de nouveaux dialogues, des conversations, voire des conversions. Rapprocher science et culture peut paraître incongru, problématique, voire contre-nature. Mais à l'heure de l'urgence écologique, certains dualismes doivent encore être dépassés ; d'autres ont déjà été battus en brèche.

Pour se faire entendre, la science doit mobiliser la culture au sens fort du terme. Elle doit se doter d'outils et de techniques capables de mobiliser les sens, se départir du strict rationnel et recourir au sensible. Elle doit travailler avec les partenaires culturels pour



© Jindra Kratochvíl

À l'École de l'Anthropocène, un festival pour construire cette culture commune du changement global, Lyon, 2022.

sortir du seul horizon des laboratoires et élargir son audience au reste de la cité ! Réciproquement, sans tomber dans le pur utilitarisme et pour rester « terrestre », l'art ne saurait aujourd'hui s'affranchir des données scientifiques. La construction d'une culture de l'Anthropocène revendique finalement cette nécessaire hybridation.

L'art est un espace de traduction. Il est donc toujours aussi un peu un lieu de trahison. Penser une institution scientifique et culturelle comme l'endroit d'opérations de traduction est une hypothèse forte. C'est se situer au-delà d'une mission de médiation qui postulerait la neutralité du sachant. C'est aussi se placer au-delà de la position de vulgarisation qui envisage le rapport au savoir comme une relation de maître à élève. Traduire en tant qu'institution scientifique et culturelle, c'est proposer des conversations, envisager des activités qui se situent « entre », qui conservent l'exigence scientifique tout en lui apportant une touche de plus : l'inventivité, ce trait singulier qu'apporte la création artistique, qui parvient aussi à faire sens en mobilisant les sens.

Telle est peut-être la direction à emprunter, la voie de passage pour construire la Cité anthropocène que nous appelons de nos vœux. Une cité cosmopolite faite de ponts et de liens qui permettent de prendre soin de ce qui nous est commun : le lieu du possible. ■

7. <https://www.youtube.com/@Cite-anthropocene> (consulté le 6 mars 2024).

8. <https://radio-anthropocene.fr/> (consulté le 6 mars 2024).

La climatisation du Patrimoine culturel immatériel (PCI)

Durant la deuxième décennie de son existence, la Convention pour la sauvegarde du patrimoine culturel immatériel a vu s'imposer le développement durable comme un principe clé de la « bonne » gouvernance du patrimoine¹. Avec l'alignement de l'UNESCO sur l'Agenda 2030 des Nations unies, nous assistons au passage d'un scénario où le patrimoine est considéré uniquement comme une relique fragile à protéger, relevant selon l'UNESCO d'une responsabilité de l'humanité tout entière, à une situation où il est envisagé surtout comme une ressource¹.

CHIARA BORTOLOTTO

Titulaire de la chaire UNESCO Patrimoine culturel immatériel et développement durable, UMR CNRS Héritages : Culture/s, Patrimoine/s, Création/s, CY Cergy Paris Université – CNRS – ministère de la Culture

Le PCI, une véritable « ressource »

Dans ce cadre, le PCI est de plus en plus conçu comme un réservoir d'expériences, développées à travers différentes cultures, qui offrent des exemples inspirants de modes alternatifs de relation avec la nature et avec l'environnement, susceptibles de contribuer à guérir, à prendre soin les uns des autres, de renforcer les liens sociaux et d'assurer des moyens de subsistance.

L'articulation entre PCI et environnement est déjà présente dans les directives opérationnelles qui guident la mise en œuvre de la Convention depuis 2016. Ces dernières insistent en particulier sur le rôle du PCI face au changement climatique, en appelant les États à « assurer la reconnaissance, le respect et la mise en valeur des connaissances et pratiques relatives à la géoscience, en particulier au climat, et utiliser leur potentiel pour contribuer à la réduction des risques, à la reconstruction suite à des catastrophes naturelles, en particulier à travers le renforcement de la cohésion sociale et l'atténuation des impacts du changement climatique ».

En pratique, cette recommandation se traduit par un intérêt croissant pour l'articulation entre patrimoine et changement climatique³ qui se reflète aussi sur les listes internationales établies par la Convention. Ces listes, les débats et les controverses qui accompagnent les inscriptions sont intéressants à observer parce qu'ils montrent très clairement comment le domaine du PCI évolue dans le temps. En effet, dans les dernières années, ont été inscrits sur ces listes un nombre croissant d'éléments relevant de la gestion des ressources naturelles, de l'adaptation aux aléas météorologiques ou de l'utilisation de techniques de construction traditionnelles capables de mieux répondre aux risques climatiques ou favorisant l'isolation thermique.

Le PCI, une synergie de leviers

Ces dynamiques contribuent à faire évoluer notre perception du domaine du PCI. Plus spécifiquement, nous assistons à ce que l'on pourrait appeler une « climatisation » du patrimoine. Ce concept émergent décrit les processus par lesquels le changement climatique devient un cadre de référence pour penser et prioriser d'autres enjeux mondiaux⁴, conduisant à « l'alignement de ces questions sur le problème climatique, et à leur traitement selon les logiques prédominantes du régime climatique⁵ ». Il permet de réfléchir à l'articulation entre préoccupations climatiques, gouvernance du patrimoine et promotion des savoirs traditionnels des populations autochtones. Cette articulation est observable dans des arènes internationales telles que l'UNESCO et les Conférences des parties (COP) à la Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques.

En effet, les savoirs traditionnels occupent une place de plus en plus importante dans le domaine climatique, en particulier depuis l'accord de Paris en 2015, en tant que ressources pour des politiques d'adaptation. Ici, les connaissances et les compétences transmises de génération en génération, notamment par les peuples autochtones, sont présentées comme des « meilleures pratiques » pouvant contribuer à mieux surveiller et à comprendre le changement climatique pour y faire face. Des pratiques développées dans des contextes locaux et spécifiques sont proposées comme des modèles inspirants pour le reste du monde. Les listes de l'UNESCO contribuent à ce récit en offrant une visibilité mondiale à ces pratiques associées à la connaissance de l'environnement, ainsi qu'à notre capacité à faire face à ces risques et à exploiter les ressources naturelles de manière équilibrée.

1. Chiara Bortolotto et Ahmed Skounti (eds), *Intangible Cultural Heritage and Sustainable Development. Inside a UNESCO Convention*, Routledge, 2023. <https://doi.org/10.4324/9781003244158>

2. Chiara Bortolotto, *Will Heritage Save Us? Intangible Cultural Heritage and the Sustainable Development Turn* (à paraître) ; Peter Bille Larsen et William Logan, *World Heritage and Sustainable Development. New Directions in World Heritage Management*, Routledge, 2018 ; Sophia Labadi, *Rethinking Heritage for Sustainable Development*, UCL Press, 2022.

3. Sur cette thématique, voir : June Taboroff et Pierre Couté, *Issues Paper: Exploring and Considering best Practice for Linking Climate Change Remediation Measures with Cultural Protection. Final Report*, avril 2021.

4. Stefan C. Aykut et Lucile Maertens (eds), « The Climatisation of global Politics: Introduction to the special Issue », *International Politics*, vol. 58, 2021, p. 501-518.

5. Stefan C. Aykut, Jean Foyer et Edouard Morena, « COP21 and the "Climatisation" of global Debates », dans Stefan C. Aykut, Jean Foyer, Edouard Morena (eds), *Globalising the Climate: COP21 and the Climatisation of Global Debates*, Routledge, 2017, p. 1-17.

Les références à la tradition et aux pratiques du passé deviennent ici plus le moyen d'apprendre de l'expérience pour affronter le présent qu'une manière de conforter des identités, dimension qui a été souvent critiquée comme conservatrice et réactionnaire⁶. De nombreuses pratiques inscrites sur les listes internationales du PCI de l'humanité illustrent ce changement de perspective. Considérer la gestion de l'eau, les stratégies d'adaptation de la transhumance au changement climatique, la gestion des risques d'avalanches ou les techniques de pêche non destructives comme faisant partie du patrimoine confère à ce dernier de nouvelles fonctions.

En d'autres termes, la nécessité de faire face au « nouveau régime climatique⁷ » entraîne un changement fondamental de perspective dans le discours de l'UNESCO : il ne s'agit plus pour nous de protéger le patrimoine, mais pour le patrimoine de nous protéger en contribuant à l'atténuation, à l'adaptation et à la réduction des risques dans un contexte de changement climatique. Ces évolutions, en cours, ont des implications sur les usages sociaux et politiques du patrimoine qui demeurent encore largement à explorer. ■



La transhumance : retour sur le glacier de la vallée de Schnals après les premières neiges de septembre.

© Kulturverein Schnals

6. Voir dans ce numéro l'article de Carole Pourchez et Aline Wiame, « La transition écologique : opportunité et nécessité de construire de nouveaux liens », p. 8.

7. Bruno Latour, *Face à Gaïa. Huit conférences sur le nouveau régime climatique*, La Découverte, 2015.



Des employés communaux et cantonaux contrôlent l'état des forêts utilisées comme protection naturelle contre les avalanches depuis des siècles (Adelboden, Suisse). Les paravalanches et les forêts protectrices représentent une solution durable qui empêche la formation d'avalanches sur les pentes escarpées.

© Services des dangers naturels, Canton de Berne, 2016

Langues et cultures face aux défis écologiques

Le lien le plus souvent établi entre diversité des langues (glottodiversité) et diversité des espèces vivantes (biodiversité), en relation avec les enjeux écologiques, consiste en une sorte d'analogie d'ordre patrimonial : on a certes conscience qu'il s'agit de deux facettes de la même perte de richesses collectives, mais sans toujours en mesurer les enjeux ni les différences intrinsèques.

JEAN LÉO LÉONARD

Professeur des universités en sciences du langage, Université Paul-Valéry Montpellier 3

KSENIJA DJORDJEVIC LÉONARD

Maîtresse de conférences en sciences du langage, Université Paul-Valéry Montpellier 3

1. Ksenija Djordjevic Léonard, « Les minorités autochtones de Russie face aux problèmes écologiques et au désaménagement linguistique », dans Jean-Philippe Zouogbo (dir.), *Linguistique pour le développement. Concepts, contextes et empiries*, Édition des archives contemporaines, 2022, p. 71-96.
2. Giovanni Agresti, *Diversità linguistica e sviluppo sociale*, FrancoAngeli, 2018 ; Jean-Philippe Zouogbo (dir.), *Linguistique pour le développement. Concepts, contextes et empiries*, Édition des archives contemporaines, 2022 ; Henry Tourneux (dir.), *Langues, cultures et développement en Afrique*, Karthala, 2008.

Or, de manière plus centrale, cette thématique a tout à voir avec la question des équilibres à la fois sociétaux et géopolitiques : les populations parlant des langues « en danger » ou « vulnérables » sont des agents actifs de la préservation des milieux naturels. Elles ont souvent une connaissance multiséculaire des enjeux écologiques concernant leurs territoires et au-delà, à échelle régionale, voire globale. Elles sont conscientes des graves conséquences du changement climatique, et souvent très engagées afin d'y remédier avec des savoir-faire uniques.

Quand la préservation des langues autochtones contribue à sauvegarder l'environnement

Cette question est bien connue, en ce qui concerne, par exemple, les groupes indigènes amérindiens d'Amazonie. En effet, ces populations mobilisent de nos jours leurs propres ressources linguistiques et culturelles en vue de la recherche de solutions

aux problèmes liés au développement économique et sociétal de leurs régions, en œuvrant ainsi pour l'amélioration de leurs conditions de vie fortement affectées par des crises écologiques. Au-delà de ce « cas d'école », les exemples sont innombrables, que ce soit dans l'île de Bornéo, en Afrique centrale, en Eurasie¹ ou encore en Europe. Ainsi, les populations d'éleveurs pyrénéens de Gascogne ont révélé aux linguistes et aux anthropologues des savoirs d'une grande complexité sur la sélection génétique des troupeaux et sur les équilibres à maintenir dans leurs biotopes, à travers des terminologies d'une grande précision dans un dialecte occitan : le gascon.

Ce champ de recherches s'articule autour de deux courants principaux, du point de vue des objectifs et des méthodes. En premier lieu, la « linguistique du développement social² » s'intéresse à la manière dont les langues et les cultures peuvent participer au développement durable de nos sociétés, en portant l'attention sur les langues et les cultures des

La population est enjointe à économiser les ressources en eau potable et à tenir le robinet d'eau fermé après usage (Étude du paysage linguistique seychellois par Ksenija Djordjevic Léonard, Mahé, 26 décembre 2015). Le créole seychellois, une des trois langues officielles aux Seychelles (aux côtés de l'anglais et du français), est mis en avant sur cette peinture murale dans une optique d'éducation populaire ayant pour objectif la conservation des ressources en eau potable.



© Ksenija Djordjevic Léonard

populations « vulnérables », sur le plan territorial et environnemental. Ce travail peut prendre la forme d'une systématisation et d'une divulgation des terminologies agricoles et environnementales dans les langues autochtones, en partenariat avec les populations. En second lieu, l'« écologie des langues³ » reconnaît l'intercomplémentarité des langues et des cultures en présence dans des environnements complexes aussi bien en Europe que dans les milieux tropicaux.

L'évolution de la conception héritée de Heinar Haugen⁴ de l'écologie des langues fait que de nos jours, cette notion ne se limite pas seulement à la disparition et à la sauvegarde des langues, mais tend à s'ouvrir vers une vision globale de la communication sociale et du « faire ensemble » des populations.

Communiquer, éduquer, conscientiser dans les langues minoritaires

Par ailleurs, l'importance des langues autochtones ou minoritaires ne se limite pas à l'accumulation ou à la préservation de savoirs ancestraux sur les équilibres écologiques, ainsi qu'à leur « mise à jour » face aux défis de l'Anthropocène. Nombre de ces langues restent des instruments de communication au quotidien et de cohésion socioculturelle. La question de la transmission dépasse donc la seule dimension linguistique : par exemple, dans les territoires créolophones, les langues locales peuvent servir de véhicule à la conscientisation, y compris sur des questions environnementales et de société. Le travail de valorisation de ces langues dans une finalité écologique peut aussi prendre des formes plus élaborées à des fins de conscientisation et de débat avec les jeunes générations, comme dans le cas des posters issus des ateliers d'écriture co-participatifs avec des instituteurs bilingues et interculturels mazatecs réalisés au Mexique.

Construire la recherche sur les langues et les cultures face aux défis écologiques

L'un des axes de recherche du laboratoire de recherche Dipralang de l'Université Paul-Valéry Montpellier 3, dont les auteurs de ces lignes sont membres, est intitulé « Sociolinguistique des contacts de langues et écologie linguistique ».

L'approche développée est nourrie par l'expérience des chercheurs de cette équipe sur des terrains divers, qui permettent d'une part le recueil de données empiriques et d'autre part l'analyse des situations de contact ou de conflit de langues menant à l'uniformisation forcée, en conditions de vulnérabilité socio-économique ou géopolitique.

La réflexion mise en œuvre rejoint celle de l'écologie des contraintes sociolinguistiques (Université nationale autonome du Mexique – UNAM – et Université de Barcelone – UB). Il s'agit d'une approche englobante, c'est-à-dire tenant compte de la totalité des facteurs intervenant dans les situations de contact de langues susceptibles de permettre d'analyser, de comprendre, de prévoir et, si possible, de résorber les phénomènes d'assimilation linguistique – autrement dit, de disparition des langues minoritaires⁵.



Atelier d'écriture co-participatif réalisé au Mexique, en région mazatèque (Jean Léo Léonard, San Felipe Jalapa de Diaz, 4 août 2010). Ces deux posters dessinés par des instituteurs bilingues en vue de créer des ressources pédagogiques pour les écoles « bilingues et interculturelles » locales montrent les conséquences du réchauffement climatique, à travers le prisme du costume traditionnel féminin (*huipil*). Dans le premier dessin, le village est prospère ; il doit sa richesse en produits agricoles et sa vitalité démographique à la rivière aux abords de ce centre urbain (le fleuve Santo Domingo), dont les eaux coulent en abondance, en bas de l'image. Dans le second poster, on voit les conséquences du changement climatique : village désert, arbres dénudés, soleil de plomb.

Conclusion

L'action pour le développement et la diversité linguistique et culturelle englobe non seulement l'amélioration des conditions économiques, la réparation des déséquilibres écologiques – notamment en revisitant les savoirs traditionnels tout en les adaptant aux conditions de la « transition environnementale » –, la résolution de conflits sociaux ou d'intérêts entre acteurs politiques, mais aussi la valorisation de langues et de cultures trop longtemps marginalisées et dont le potentiel a été sous-estimé au nom de la « modernité ». ■

Bibliographie

Giovanni Agresti, *Diversità linguistica e sviluppo sociale*, FrancoAngeli, 2018.

Louis-Jean Calvet, *Pour une écologie des langues du monde*, Plon, 1999.

Ksenija Djordjevic Léonard, « Les minorités autochtones de Russie face aux problèmes écologiques et au désaménagement linguistique », dans Jean-Philippe Zouogbo (dir.), *Linguistique pour le développement. Concepts, contextes et empiries*, Édition des archives contemporaines, 2022, p. 71-96.

Einar Haugen, « The Ecology of Language », *The Linguistic Reporter, Supplement*, n° 25, 1971, p. 19-26.

Jean Léo Léonard, « Écologie (socio) linguistique : évolution, élaboration

et variation », *Langage et société*, vol. 160-161, n° 2-3, 2017, p. 267-282.

Saikoko Mufwene, *The Ecology of Language Evolution*, Cambridge University Press, 2001.

Peter Mülhäusler, « Preserving Languages or Language Ecologies? A top-down Approach to Language Survival », *Oceanic Linguistics*, vol. 31, n° 2, 1992, p. 163-180.

Henry Tourmeux (dir.), *Langues, cultures et développement en Afrique*, Karthala, 2008.

Jean-Philippe Zouogbo (dir.), *Linguistique pour le développement. Concepts, contextes et empiries*, Édition des archives contemporaines, 2022.

3. Einar Haugen, « The Ecology of Language », *The Linguistic Reporter, Supplement*, n° 25, 1971, p. 19-26 ; Louis-Jean Calvet, *Pour une écologie des langues du monde*, Plon, 1999 ; Saikoko Mufwene, *The Ecology of Language Evolution*, Cambridge University Press, 2001 ; Peter Mülhäusler, « Preserving Languages or Language Ecologies? A top-down Approach to Language Survival », *Oceanic Linguistics*, vol. 31, n° 2, 1992, p. 163-180 ; Jean Léo Léonard, « Écologie (socio)linguistique : évolution, élaboration et variation », *Langage et société*, vol. 160-161, n° 2-3, 2017, p. 267-282.

4. Einar Haugen, « The Ecology of Language », *The Linguistic Reporter, Supplement*, n° 25, 1971, p. 19-26.

5. Dipralang va accueillir en novembre 2025 le prochain colloque international du réseau Poclande (Populations, Cultures, Langues et Développement) – soutenu par la Délégation générale à la langue française et aux langues de France (DGLFLF), ministère de la Culture – sur le lien entre les langues, les cultures et les crises environnementales.

L'impensé du numérique

Parce qu'il nous permet d'optimiser la gestion, d'accélérer les échanges matériels ou les communications, et désormais même de nous distraire, le numérique est devenu partie intégrante de nos vies. Il semble même, désormais, être la première réponse proposée à tous les problèmes : faire venir les jeunes à la culture ou bien résoudre les conséquences des désastres écologiques actuels.

Mais c'est méconnaître la matérialité du numérique et ses propres impacts écologiques. Cet impensé des impacts écologiques inhérents au numérique doit aujourd'hui être compris puis dépassé pour identifier collectivement le numérique culturel soutenable et souhaitable.



Mainframe des années 1970 (système IBM), 28 mars 2008.

CHRISTINE DEBRAY

Directrice de projet sobriété numérique culturelle, Secrétaire général, Service du numérique, ministère de la Culture

De lourds impacts écologiques numériques...

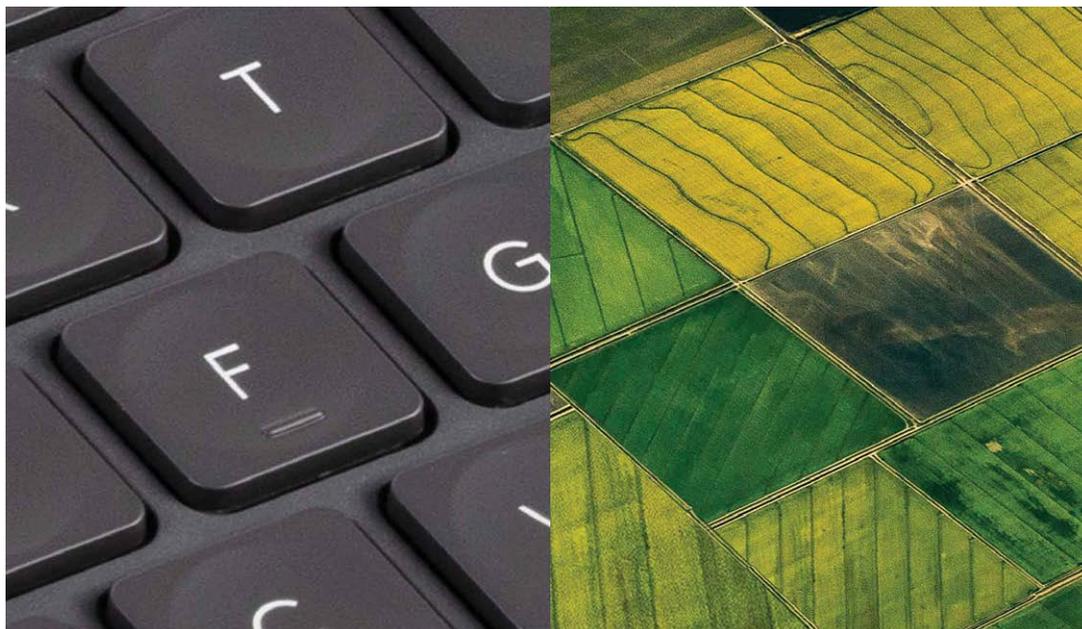
Estimée par l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME) à 2,5 % de l'empreinte carbone française en 2020, cette empreinte pourrait, si la France reste sur la même tendance, être multipliée par 3 en 2050.

Quant à la consommation électrique française, le numérique localisé sur le territoire français représentait 10 % de la consommation électrique totale en 2020, et cette part pourrait augmenter de 80 % en 2050 si nous gardons le même rythme.

L'étape de fabrication de nos objets numériques représente à elle seule presque 80 % de l'empreinte carbone du numérique en France. En effet, pour sa fabrication, un simple ordinateur portable de 2 kg va consommer en moyenne 1 500 litres d'eau, 800 kg de matières premières, 240 kg de combustibles fossiles et 22 kg de produits chimiques.

Par ailleurs, les infrastructures nécessaires au fonctionnement d'un simple PC ou smartphone sont considérables : environ 420 câbles sous-marins sont actuellement en service et voient transiter 98 % de nos échanges sur Internet ; plus de 5 000 centres de données gigantesques abritent nos données et nos

© Erik Patti, San Diego, CA, USA, CC-BY-2.0 (https://commons.wikimedia.org/wiki/File:IBM_System_360_Mainframe_(2371701458).jpg)



Clavier versus champs.

© Micha/Istockphoto/Nicolo Sertorio/_
 Getty Images (<https://www.culture.gouv.fr/Actualites/Transition-ecologique-2-2-le-Palais-de-Tokyo-passe-en-mode-eco>)

services numériques, et plus de 40 milliards d'objets numériques plus ou moins utiles (du PC à la fourchette connectée) sont utilisés dans le monde.

Le secteur culturel a un rôle essentiel à jouer pour maîtriser l'impact écologique du numérique, car c'est en partie la course aux nouveaux formats culturels qui alimente le désir de renouvellement des terminaux des utilisateurs (télévision, téléphones, ordinateurs). Et avec une bande passante Internet utilisée à plus de 70 % par les activités culturelles (musique en ligne, presse en ligne, vidéo en ligne, jeu vidéo en ligne...), le secteur de la culture pousse involontairement à l'accroissement des capacités d'Internet (câbles sous-marins, centres de données, réseaux mobiles).

Un impensé du numérique entretenu depuis plus de 30 ans

Dans les années 1960 à 1980, la première génération de vendeurs informatiques assumait la matérialité de ce que l'on appelait à l'époque l'informatique. En effet, la puissance de traitement était localisée dans d'immenses calculateurs qui occupaient des pièces entières, et les logiciels qui les faisaient fonctionner étaient vendus par les constructeurs eux-mêmes.

Avec la sortie de l'IBM PC et des premiers Mac de la société Apple dans les années 1980, les matériels sont devenus beaucoup plus petits, mais ils sont surtout entrés dans les foyers, ce qui a permis de travailler, de jouer ou de créer. Les logiciels ont alors commencé à prendre une importance grandissante dans le secteur informatique et à passer dans les mains de nouveaux acteurs: les éditeurs de logiciels.

Mais c'est l'arrivée d'Internet dans les années 1990 qui a permis au secteur du numérique de déployer la notion d'immatérialité du numérique. Peu importait la localisation de l'utilisateur, celui-ci pouvait désormais avoir accès à des sites web, et plus tard à des services numériques, sans même imaginer le matériel ou les logiciels les faisant fonctionner. Avec l'arrivée du smartphone dans les années 2000, c'est en mobilité et avec un objet « léger » et encore plus facile à prendre en main que l'utilisateur a pu se connecter au reste du monde.

L'arrivée du *Cloud*, c'est-à-dire de l'informatique « flottant dans les nuages » (d'ailleurs rebaptisé numérique à cette occasion), a été la conclusion parfaite pour cet imaginaire d'absence de matérialité. Le numérique n'était plus vendu (tout aux moins aux particuliers) qu'aux deux extrémités: d'une part, un objet d'accès (ordinateur, smartphone, objet connecté), d'autre part, un service dans le *Cloud*, effaçant ainsi toute la complexité et toute la matérialité intermédiaire de nos usages numériques.

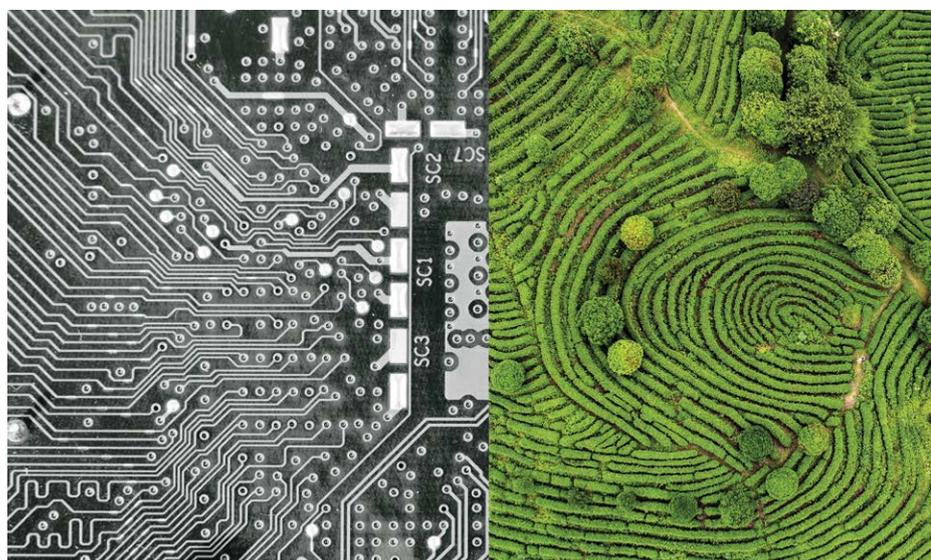
Conclusion

Une fois cet impensé de la matérialité du numérique dévoilé, nous devons collectivement faire face à ses vrais impacts écologiques et identifier dans notre quotidien les usages indispensables des usages superflus.

Dans le secteur culturel, c'est partir à la recherche non seulement d'un numérique soutenable dans un monde aux ressources désormais comptées, mais aussi d'un numérique qui favorise (et non pas freine) la transformation du secteur culturel face aux impacts écologiques à venir. ■

Carte mère.

© Thomas Soellner/Istockphoto
 (<https://www.culture.gouv.fr/Actualites/Transition-ecologique-1-2-le-secteur-culturel-sur-la-voie-de-la-sobriete-numerique>)



L'urgence climatique : un levier de métamorphose pour la pratique artistique

« L'avenir est affaire de volonté. Prendre l'attitude prospective, c'est se préparer à faire et ce qui est à faire est plus important que ce qui est déjà fait¹ », affirmait Gaston Berger, père et promoteur d'une philosophie de l'action. Ce postulat, appliqué au domaine de la création artistique contemporaine, permet d'interroger la cohérence de travaux anciens et de leur monstration en regard des exigences environnementales actuelles.

FABIEN LÉAUSTIC

Artiste-chercheur, docteur SACRe Sciences, Arts, Création, Recherche Université Paris, Sciences et Lettres (PSL), école doctorale Lettres, Arts, Sciences humaines et sociales (ED 540) de l'École normale supérieure de Paris, membre du Laboratoire de recherche (EnsadLab) de l'École nationale supérieure des Arts décoratifs de Paris (EnsAD).

1. Gaston Berger, « Méthode et résultats », dans Gaston Berger, Jacques de Bourbon-Busset et Pierre Massé, *De la prospective. Textes fondamentaux de la prospective française 1955-1966*, L'Harmattan, 2007, p. 159.



Fabien Léaustic, installation *Ruines*, le Centquatre - Paris, Exposition *Les Faits du hasard* - Biennale Nemo, 2017.

© Juan Cruz Ibanez

En 2018, je montre l'installation *Ruines* au public² pour la première fois. Quelques mois plus tard, je commence une recherche alliant création artistique et attitude prospective³. S'impose alors le choix de ne plus exposer cette installation. Cette décision, nécessaire au regard de l'urgence climatique, fut aussi radicale, dans le sens d'un retour à la racine des choses. Elle déboucha sur de nouvelles perspectives d'expérimentations artistiques. C'est sur ce retour engagé que je vais revenir dans le développement qui suit.

Ruines est composée de huit blocs disposés dans l'espace d'exposition. Ils sont le support de culture de micro-organismes végétaux : le phytoplancton. Ces algues appartiennent à l'une des espèces vivantes connues comme les plus anciennes de notre planète. Le phytoplancton est un acteur fondamental de l'équilibre de l'écosystème organique terrestre : il produit cinquante pour cent⁴ de l'oxygène de l'atmosphère, en plus d'être à la base du réseau trophique. Ces micro-organismes sont l'objet de recherche du laboratoire de biotechnologie de l'Université polytechnique de Madrid (UPM) spécialisé dans l'ingénierie en agronomie. Le laboratoire étudie les capacités dépuratives de différentes souches et il a déposé un brevet qui protège une méthode de culture unique au monde, augmentant la surface d'échange avec l'air et avec l'eau. Elle rend possible la culture du phytoplancton hors de son milieu aquatique. L'installation *Ruines* naquit d'une collaboration avec le laboratoire entre 2014 et 2017, où l'autorisation fut accordée pour détourner ce brevet à des fins sculpturales. Je modifiais alors la matière et la forme du support de culture, ainsi que le mécanisme d'irrigation. Le laboratoire manifesta un grand intérêt pour ces expérimentations plastiques : la recherche en art et la recherche scientifique se nourrissaient spontanément d'échanges bilatéraux. Vint ensuite la mise en œuvre au sein de l'espace d'exposition.

Le laboratoire manifesta un grand intérêt pour ces expérimentations plastiques : la recherche en art et la recherche scientifique se nourrissaient spontanément d'échanges bilatéraux.



© Juan Cruz Ibanez

Fabien Léaustic, détail de l'installation *Ruines*, le Centquatre – Paris, Exposition *Les Faits du hasard* – Biennale Nêmo, 2017.

Ruines met en exergue la prodigieuse capacité humaine à l'artificialisation des cadres naturels pour en exploiter les processus physico-chimiques. Cette domestication, menée dans une optique de souveraineté, se retrouve dans l'agro-industrie. Ici, l'installation est le piège d'une forêt originellement nomade qui voyage à la surface des océans. Dans l'espace confiné de la monstration muséale, l'artificialisation est totale : de puissants éclairages horticoles inondent l'espace de lumière artificielle, des pompes irriguent la culture en permanence et de l'eau du réseau domestique compense continuellement l'évaporation. Des produits azotés de synthèse amendent aussi régulièrement la culture. *Ruines* danse sur le fil de l'admissibilité sensorielle : l'atmosphère est saturée d'humidité, de chaleur, de lumière, de sons et d'odeurs. Durant plusieurs mois, la culture dévoile ses propriétés plastiques aux visiteurs qui sont invités à s'immerger dans cet environnement qui leur est presque hostile, tant les conditions environnementales sont peu adaptées à l'espèce humaine.

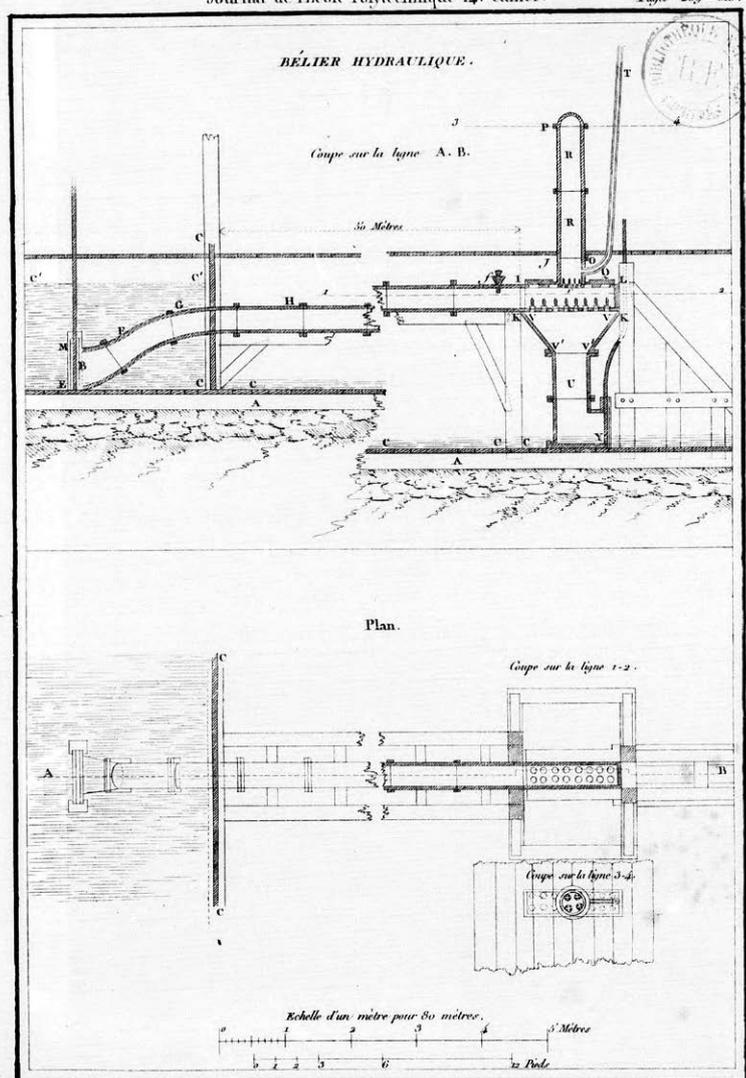
Au démontage, mon attention s'arrêta sur deux signaux faibles⁵ à l'origine de la métamorphose de ma démarche artistique. En fin d'exposition, la culture

2. *Les Faits du hasard*, Biennale Nêmo – art contemporain, commissaires : Gilles Alvarez et José Manuel Gonçalves, le Centquatre – Paris, 2017.

3. Programme doctoral SACRe (Sciences, Arts, Création, Recherche) de l'Université Paris Sciences et Lettres (PSL), à l'école doctorale Lettres, Arts, Sciences humaines et sociales (ED 540) de l'École normale supérieure-PSL, préparé à l'École nationale supérieure des Arts décoratifs (EnsAD) en coopération avec le Centre des Mathématiques appliquées des Mines Paris-PSL.

4. Office français de la biodiversité, « Suivi du phytoplancton côtier : vers des analyses automatisées », 2015 : <https://professionnels.ofb.fr/fr/node/314> (consulté le 25 novembre 2021).

5. La prospective décrit les signaux faibles comme des éléments *a priori* de moindre importance mais qui s'avèrent en réalité porteurs d'un grand potentiel de transformations.



Joseph de Montgolfier, Schéma d'un bélier hydraulique, *Mémoire sur la possibilité de substituer le bélier hydraulique à l'ancienne machine de Marly*, Bibliothèque nationale de France [1802-1812], p. 319, <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k1265770x/f31.item.r=B%C3%A9lier%20hydraulique.zoom> (consulté le 9 juin 2023).

fut déversée dans les égouts à proximité de la salle d'exposition. Ce geste condamna les phytoplanctons à une filtration en bout de chaîne par une station d'épuration pour être finalement enfermés dans une alvéole d'enfouissement voire incinérés. Un malaise apparut à cet endroit. Peut-être était-il dû au fait d'avoir cohabité et co-respiré avec ces organismes pendant plusieurs mois durant la préparation de cette installation ? Peut-être était-ce parce que je leur reconnaissais une co-agentivité au sein de l'œuvre ? De fait, un levier empathique bouleversa durablement mon approche de la matière. Je la (re)considère aujourd'hui comme une collaboratrice qui mérite une attention particulière. Je retrouve depuis le sens premier d'un « travail avec la matière » où l'analyse de son cycle de vie ne me suffit plus pour justifier son usage.

De plus, l'analyse des données quant à la consommation d'énergie électrique montra que onze tonnes en équivalent d'émission CO₂⁶ furent libérées au cours des quatre mois d'exposition. Ce constat entraîna d'abord la recherche de solutions techniques : usages de LED moins consommatrices, installation de panneaux

solaires, demande de contrat auprès de fournisseurs en électricité éolienne. Mais comme souvent lorsqu'il s'agit des usages liés à la consommation électrique, la problématique éthique est ancrée plus profondément et nécessite une refonte globale. *Ruines* n'est donc plus viable.

Ce constat donne néanmoins un nouvel élan à mes recherches avec le phytoplancton. Un basculement s'opère : l'espace clos est délaissé pour d'autres territoires, géographiques et symboliques. Avec le passage de l'espace d'exposition vers l'espace extérieur, l'installation s'affranchit de la majorité de sa consommation en électricité grâce au soleil. De plus, chaque milieu aquatique naturel abrite des phytoplanctons qui lui sont propres : une nouvelle dimension *in situ* augmente le projet. Une résidence⁷ permet d'expérimenter un prototype en extérieur durant plusieurs mois, afin de collaborer avec les micro-organismes naturellement présents dans l'eau de la rivière du Doubs. L'installation devint progressivement une niche écologique où diverses espèces directement liées à l'écosystème local s'installèrent. Cependant, l'installation relevait encore des circuits électriques du bâtiment adjacent. J'ai voulu pousser encore le principe d'autonomisation de l'œuvre. Les recherches actuelles montrent qu'une déconnexion totale du réseau électrique est possible en substituant à la pompe de relevage une technologie du XVII^e siècle : le bélier hydraulique. Celui-ci fonctionne grâce au différentiel de hauteur au sein d'un cours d'eau et permet de l'acheminer, sans électricité, sur une distance et une hauteur intéressantes pour le projet. L'installation peut alors s'acclimater de manière pérenne dans n'importe quel contexte naturel dans les environs d'une source. Les prospections en cours montrent que de nombreuses forêts françaises pourraient accueillir les prochaines étapes du projet.

D'une monoculture ignorant le contexte dans lequel elle se produit, le projet s'intègre à présent durablement dans un écosystème local jouant sur une relation symbiotique. Les choix qu'implique l'urgence climatique ne se limitent pas à « faire » ou à « ne pas faire ». Ces deux options bordent en réalité notre marge de manœuvre. Il s'agit, en art comme dans tout autre domaine auquel une attitude prospective peut s'appliquer, de « sortir de la dialectique, souvent simpliste, entre "futurs possibles" et "futur souhaitable"⁸ ». ■

Bibliographie

Gaston Berger, « Méthode et résultats », dans Gaston Berger, Jacques de Bourbon-Busset et Pierre Massé, *De la prospective. Textes fondamentaux de la prospective française 1955-1966*, L'Harmattan, 2007.

Fabien Léaustic, *La Terre n'est toujours pas ronde. Pratique artistique et attitude prospective en quête d'un futur souhaitable*, thèse, Université de recherche Paris Sciences et Lettres (PSL), 2023.

Philippe Durance, « Le futur dans la philosophie de la technique de Simondon », dans Vincent Bontems (dir.), *Gilbert Simondon ou l'invention du futur. Colloque de Cerisy*, Klincksieck, 2016.

6. Fabien Léaustic, *La Terre n'est toujours pas ronde. Pratique artistique et attitude prospective en quête d'un futur souhaitable*, thèse, Université de recherche Paris Sciences et Lettres (PSL), 2023, p. 149.

7. Résidence au Fonds régional d'art contemporain (FRAC) de Besançon entre mai 2021 et janvier 2022.

8. Philippe Durance, « Le futur dans la philosophie de la technique de Simondon », dans Vincent Bontems (dir.), *Gilbert Simondon ou l'invention du futur. Colloque de Cerisy*, Klincksieck, 2016, p. 313-314.

Imaginaires de l'Apocalypse

De quelle manière le patrimoine médiéval peut-il éclairer ou apporter des réponses à la nécessaire transition écologique? Une exposition à venir à la Bibliothèque nationale de France (BnF) plongera les visiteurs dans l'imaginaire « apocalyptique », afin de montrer à quel point les hommes n'ont cessé de s'interroger sur la fin du monde.

La notion d'« apocalypse » est de nos jours systématiquement associée à un imaginaire de la catastrophe terrifiante et à un discours de l'effondrement. Le courant écologique à l'époque moderne souligne que la science a radicalement changé notre conception de l'environnement, en nous autorisant à imaginer pour la première fois la fin de notre civilisation sous l'effet de l'épuisement des ressources naturelles et du dérèglement climatique. Cependant, au cours de l'histoire, des intellectuels et des artistes ont décrit bien d'autres perspectives « apocalyptiques », selon leur propre contexte religieux, culturel et naturel.

Patrimoine médiéval et contexte écologique

Au Moyen Âge, des transformations environnementales à grande échelle, y compris l'urbanisation ou les révolutions agraires et énergétiques (comme la construction de barrages et l'extraction de tourbières) ont produit des évolutions sociales et agraires profondes, notamment à l'époque de « l'optimum climatique médiéval » (du x^e au xiv^e siècle) et du « petit âge glaciaire » (du xiv^e au xix^e siècle)¹. Ces transformations ont coïncidé avec l'accroissement du commerce des animaux, domestiques et exotiques, et les

LIAM LEWIS

Chercheur à la Bibliothèque nationale de France et à l'Université de Nottingham (Royaume-Uni)

1. Emmanuel Le Roy Ladurie, *Histoire du climat depuis l'an mil* [1967], Flammarion, 2020.



Bréviaire de Charles V, xiv^e siècle : Saint François prêchant aux oiseaux, BnF Latin 1052, f. 526v.

2. Liam Lewis, *Animal Soundscapes in Anglo-Norman Texts*, Boydell & Brewer, 2022, p. 99-131.

3. Léopold Delisle et Paul Meyer, *L'Apocalypse en français au XIII^e siècle* (Bibliothèque nationale de France 403), Firmin Didot, 1901, p. 118.

4. Cette partie a été rédigée avec le concours de Charlotte Denoël, conservatrice en chef à la BnF.

Psautier dit « de Saint Louis et de Blanche de Castille », XIII^e siècle : l'arche de Noé et le sacrifice d'Abraham, BnF, Arsenal Ms-1186 réserve, f. 13v.

extinctions locales de la faune (ours ou loups) et de la flore. Conscients de ces changements, les intellectuels et les artistes médiévaux n'ont cessé de représenter, d'une façon ou d'une autre, la transformation de leur monde dans des artefacts culturels, principalement dans les manuscrits.

Les changements dans la gestion des terres et la relation à l'animal au Moyen Âge coïncidaient avec de nouvelles façons de concevoir le désastre naturel ou même l'éternité du paradis céleste. C'est l'époque non seulement de saint François d'Assise, qui au XIII^e siècle prêchait aux oiseaux et incitait les franciscains à louer les animaux et la nature², mais aussi celle où les traductions des livres bibliques et prophétiques sont faites de plus en plus en langues vernaculaires. Les lecteurs pouvaient lire ou écouter le récit de l'arche de Noé pour contempler la méchanceté et la perversité des hommes, les religieux et les laïcs pouvaient voir ou toucher des textes et des images qui racontaient le jugement dernier, et les bibles traduites du latin en français ont décrit la Jérusalem céleste, une

ville symbolique aux hauts murs et à la lumière qui « ressemble pierre précieuse, si come jaspe & si come cristal³ ». La nature animale, végétale et minérale faisait partie intégrante de cette réflexion sur la place de l'homme dans le monde.

Aux sources de l'Apocalypse : une « levée du voile »⁴

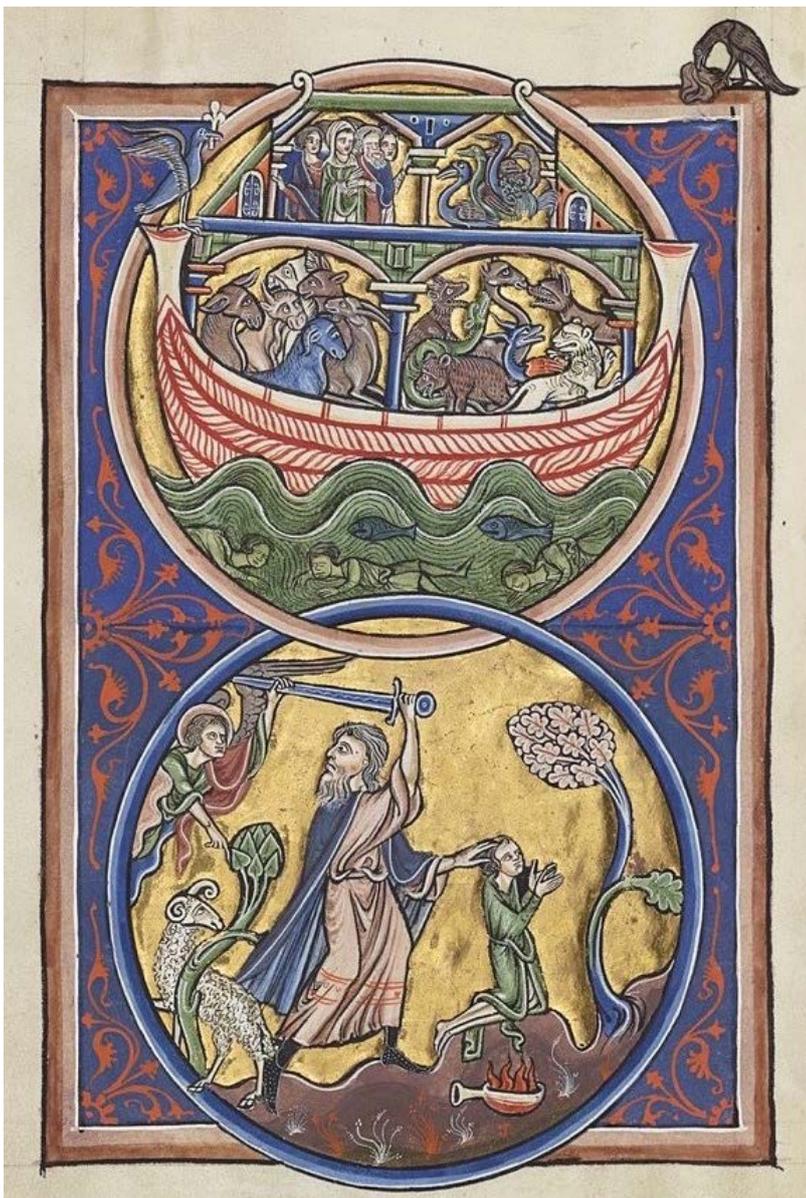
À partir de février 2025, la Bibliothèque nationale de France proposera une exposition qui montrera à quel point l'apocalypse est un arrière-plan, ainsi qu'un horizon qui nous invite à envisager l'avenir.

Comme l'indique Charlotte Denoël, l'une des commissaires de l'exposition avec François Angelier, Jeanne Brun et Lucie Mailland, l'un des enjeux de cette exposition sera de puiser aux sources des discours de la fin des temps, de décrypter la dimension didactique des œuvres et des documents présentés, et de donner à réfléchir sur les différentes facettes de l'apocalypse. Ce sujet ouvre une multitude de questionnements sur la spiritualité et le sens des événements, mais aussi sur la manière dont l'humanité considère son devenir et son rôle dans le monde. Cette exposition ambitieuse donnera à voir une sélection de représentations médiévales de l'apocalypse, trésors manuscrits, peintures, tentures, sculptures, vitraux, ainsi que des œuvres d'art des époques moderne et contemporaine.

Intégrant l'omniprésence de l'apocalypse dans le quotidien des visiteurs, l'exposition prend comme point d'entrée l'un des textes les plus violents de la Bible : l'Apocalypse de saint Jean, qui a donné lieu à de nombreuses exégèses et traductions, et qui a fasciné par la puissance de ses images et par son message, à la fois menaçant et prometteur. Ce livre, dont le titre signifie étymologiquement « révélation » (« lever le voile » en grec), a recours à un langage symbolique pour livrer une sorte de cinquième Évangile du futur et dessiner les contours d'un monde nouveau accompli par Dieu, en écho à la création du monde décrite dans le premier livre de la Bible, la Genèse. Au cours du Moyen Âge, les commentateurs chrétiens ont successivement décrypté ce texte selon leur propre vision du monde afin d'en expliciter le grand récit symbolique du destin de l'humanité.

Cependant, l'approche médiévale de l'apocalypse johannique est bien éloignée des enjeux environnementaux d'aujourd'hui. Elle s'intéresse plutôt au règne du Dieu à venir. Nous y voyons aussi des représentations des fléaux : l'empoisonnement de la terre et les tremblements de terre, qui symbolisent le péché humain, et des arbres qui poussent à côté de la Jérusalem céleste et qui représentent l'arbre de vie dans la mythologie chrétienne. Ainsi, l'exposition « Apocalypse » mettra en lumière l'influence considérable de ces images, qui donnent à réfléchir sur ce qu'une bibliothèque pourrait faire afin de montrer la profondeur historique de concepts tels que la nature ou l'écologie.

Prenons comme exemple le *Beatus de Saint-Sever*, un manuscrit du XI^e siècle conservé à la BnF (sous la cote Latin 8878). Tissant à partir du commentaire textuel et visuel de l'Apocalypse (élaboré au VIII^e siècle





Apocalypse, ^{xiv} siècle : Sixième sceau, le tremblement de terre, BnF Français 403, f. 10r.

par le moine espagnol Beatus de Liébana) une lutte du Bien et du Mal où sont dénoncés quelques-uns des travers de ses contemporains, le maître d'œuvre du manuscrit propose une nouvelle vision du monde régi par la cité de Dieu. Une spectaculaire représentation du Déluge livre un terrifiant spectacle du monde dévasté. Il s'agit dans le manuscrit de la seule véritable scène de « fin du monde », celle-là même dont Pablo Picasso s'est inspiré pour *Guernica*⁵.

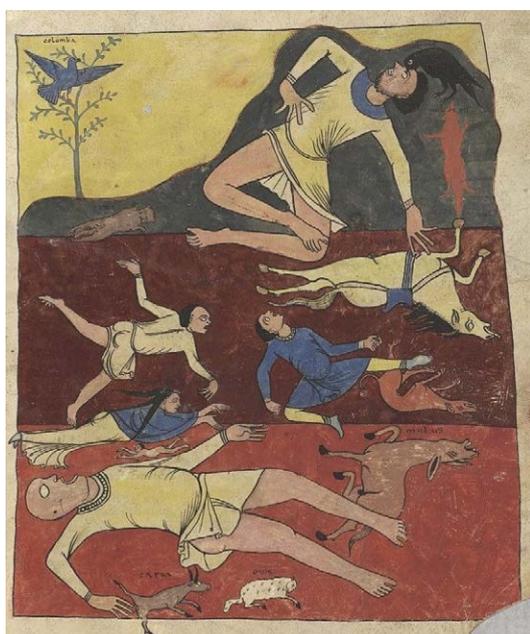
Le succès de l'Apocalypse ne s'est jamais démenti au Moyen Âge, et si le texte johannique était difficile d'accès pour les médiévaux, les très nombreux témoins enluminés qu'il a suscités lui ont donné vie par leur caractère sensoriel et immersif, ce dont témoignera l'exposition de la BnF.

Quel rôle pour les bibliothèques dans les enjeux environnementaux ?

En tant qu'espaces publics culturels accessibles à tous, les bibliothèques ont un rôle majeur à jouer dans la transition écologique. Et cela sur différents plans : au niveau de leur propre fonctionnement (durabilité des collections, consommation énergétique, économie circulaire, numérique écoresponsable, etc.) ou au niveau de leur capacité unique à transformer nos imaginaires et à mettre en récit des imaginaires soutenables et sobres⁶.

À l'instar de la British Library, qui a publié son *Green Libraries Manifesto* en 2022, ou des établissements de recherche qui ont signé en 2024 une déclaration d'engagements visant à « mobiliser leurs thèmes de recherche pour élaborer des solutions favorisant la transition socio-écologique », les bibliothèques peuvent apporter leur pierre à l'édifice, afin d'accompagner ce changement.

La BnF, comme d'autres institutions publiques, possède les collections, les moyens de médiation et de diffusion ainsi que le positionnement symbolique pour apporter un éclairage exigeant et accessible sur ces thématiques, qui touchent à la fois l'anthropologie, l'histoire de l'environnement et les imaginaires. Des expositions comme « Apocalypse » peuvent contribuer à mettre en lumière la manière dont la recherche s'intéresse aux enjeux environnementaux à travers les collections et potentiellement à résonner avec le monde actuel. ■



Beatus de Saint-Sever, ^{xii} siècle : le Déluge, BnF Latin 8878, f. 85r.

5. Charlotte Denoël (dir.), *Le Beatus de Saint-Sever*, BnF éditions/Citadelles & Mazenod, 2022.

6. Voir dans ce numéro les articles suivants : Stéphane Bouvet et Valentin Rottier, « Bibliothèque nationale de France : concilier stratégie écoresponsable et conservation patrimoniale », p. 54 ; Johanna Ouazzani, « Les bibliothèques dans la transition écologique : à la recherche de la donnée », p. 61 ; Aude Inaudi et Priscille Legros, « Documenter l'impact environnemental du livre et de la presse numériques en bibliothèque de lecture publique », p. 64 ; Mélanie Le Torrec, « La frugalité numérique en bibliothèque publique, une stratégie pour préserver la continuité du service public et réaffirmer l'urgence d'agir », p. 67.

Bibliographie

British Library, « Green Libraries Manifesto » : <https://www.cilip.org.uk/page/GreenLibrariesManifesto> (consulté le 1^{er} mars 2024).

Louis-Patrick Bergot, *Réception de l'imaginaire apocalyptique dans la littérature française des ^{xii} et ^{xiii} siècles*, Droz, 2020.

Alex Stuart et Leona Archer (dir.), *Visions of Apocalypse: Representations of the End in French Literature and Culture*, Peter Lang, 2013.

Explorer le passé pour améliorer le futur

Les archéobotanistes ont un rôle crucial à jouer dans les prospectives environnementales et les réponses à apporter aux enjeux de la crise actuelle.

MURIEL BOULEN

Palynologue, Cellule économie végétale et environnement (CEVE), Direction scientifique et technique, Institut national de recherches archéologiques préventives (INRAP)

MANON CABANIS

Carpologue/anthracologue, responsable de la Cellule économie végétale et environnement (CEVE), Direction scientifique et technique, INRAP

SYLVIE EUSÈBE

Chargée de l'image, du dessin et de l'infographie, Direction scientifique et technique, INRAP

Comprendre pour se projeter

La Terre a connu une alternance de phases glaciaires et interglaciaires durant lesquelles la végétation a dû s'adapter aux changements de climats. À cela s'est ajouté, depuis le Néolithique (5 200 à 2 150 avant J.-C.), l'influence grandissante de l'homme sur son environnement. Cette pression anthropique, s'accroissant au cours des millénaires, a finalement donné lieu à l'avènement de l'ère contemporaine, dite « Anthropocène¹ ». L'archéobotanique permet la reconstitution minutieuse des réponses végétales aux rythmes et aux amplitudes des changements climatiques, et contribue à améliorer notre capacité à projeter les scénarios futurs². D'ailleurs, Michel Magny, dans le cadre d'un podcast³ à l'Université de Clermont Auvergne, souligne l'importance d'une transition écologique basée sur une perspective à très long terme, embrassant les processus qui ont façonné les sociétés humaines et la communauté des vivants sur la planète.

Depuis l'essor de l'archéologie préventive, dont l'Institut national de recherches archéologiques préventives (INRAP) est un acteur majeur, les archives archéobotaniques offrent un panorama détaillé de l'évolution de la végétation et des rapports société-végétation au cours du dernier interglaciaire (l'Holocène). L'étude des écofactes que sont, entre autres, les grains de pollen (palynologie), les graines et les fruits (carpologie), les bois (xylologie) et les charbons de bois (anthracologie) relate l'évolution des écosystèmes et apporte des stratégies de gestion des ressources.

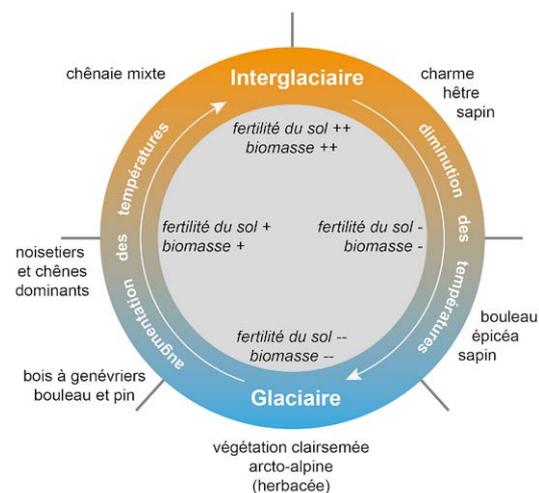
Les paysages ressuscités

L'ensemble des séquences polliniques étudiées à ce jour à l'échelle du territoire national offre un cadre général continu de l'évolution de la végétation qui couvre le Tardiglaciaire (environ 16 000 à 9 700 ans avant notre ère) et l'Holocène (de - 9 700 à l'actuel), et rend possible une restitution de l'évolution du climat et de la végétation dans le temps long.

Dans un premier temps, les variations du couvert végétal répondent uniquement à des phénomènes naturels. Une végétation de type steppique, de climat froid, laisse place à des forêts ouvertes de pins et de bouleaux, qui traduisent des conditions plus clémentes, avant un dernier retour à des conditions très rigoureuses.

Au début de l'Holocène, le réchauffement du Préboréal favorise les forêts de pins où quelques plantes herbacées steppiques subsistent encore. Au cours du Boréal, les conditions devenant plus clémentes permettent le développement des feuillus, comme le noisetier, essence pionnière, puis des ligneux nécessitant des températures plus élevées (thermophiles) composant la chênaie mixte à tilleul de l'Atlantique. Les aulnaies vont ensuite envahir les fonds de vallées puis, au sein des formations forestières, la chênaie/hêtraie remplace la chênaie à tilleul au cours du Subboréal. Enfin, charmes, noyers et châtaigniers apparaissent au début du Subatlantique.

Les premiers indices polliniques de la présence de chasseurs-cueilleurs se manifestent à travers des occurrences de plantes rudérales, telles que les plantains et les orties, se développant sur des sols piétinés et enrichis en nitrates. À partir du Néolithique, les grains de pollen de céréales signalent les phases de mise en culture et les déboisements deviennent significatifs à l'âge du fer (800 à 30 avant J.-C.). À l'inverse, des phases de déprises agricoles se révèlent par un recul des indices polliniques de présence humaine, accompagné d'une reconquête forestière en deux étapes, d'abord le développement de ligneux pionniers puis celui des essences forestières. Les épisodes de forte



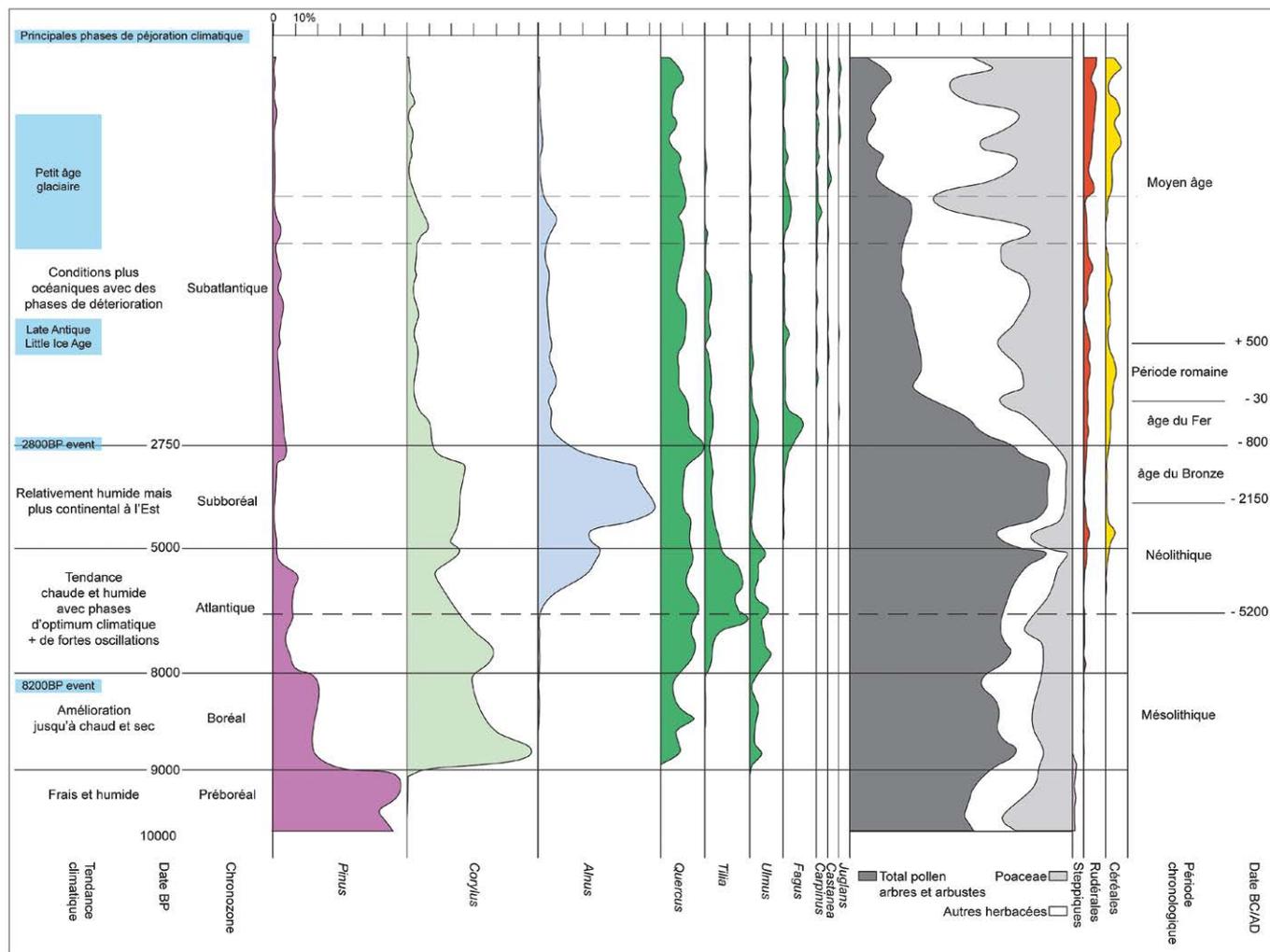
Les successions végétales au cours d'un cycle glaciaire/interglaciaire en Europe, d'après Lézine, *Le pollen, outil d'étude de l'environnement et du climat au Quaternaire*, Vuibert, 2009.

© S. Eusèbe

1. Paul J. Crutzen, « Geology of Mankind », *Nature*, vol. 415, n° 23, 2002. <https://doi.org/10.1038/415023a>

2. https://www.lemonde.fr/sciences/article/2024/02/14/face-aux-preoccupations-environnementales-l-archeologie-peut-contribuer-a-un-avenir-durable_6216496_1650684.html?utm_source=dlvr.it&utm_medium=linkedin (consulté le 17 avril 2024)

3. Michel Magny, « Commun. Face à l'Anthropocène, changer de paradigme », podcast *Mondes d'après*, Maison des sciences de l'homme de Clermont-Ferrand.



© M. Boulien

déprise agricole peuvent résulter de détériorations climatiques ou avoir des causes socio-économiques, les deux pouvant être interconnectées. Notamment, une forte déprise au XIV^e siècle témoigne des répercussions de la peste noire qui a décimé les populations.

Les études botaniques en contexte archéologique sont révélatrices de l'adaptation des sociétés aux modifications de leur environnement et au contexte historique.

Les pratiques alimentaires

L'étude des pratiques alimentaires des sociétés anciennes a connu de nouvelles avancées, éclairant la gestion quotidienne des ressources par les sociétés passées, très bien illustrée par l'étude des pratiques de production du pain, des galettes et des boissons fermentées. L'étude d'un pain calciné découvert dans une fosse du cimetière gallo-romain de Saint-Memmie en Champagne-Ardenne⁴ a révélé les céréales utilisées (mélange d'orge et de blés à grains vêtus) et a permis d'étudier les procédés employés tels que le broyage, le tamisage, l'utilisation ou non de levain et les techniques de cuisson. Ces observations ont pu être faites grâce à une nouvelle méthodologie exploratoire incluant une analyse en microscopie électronique à balayage, permettant l'identification précise des tissus végétaux et des ingrédients utilisés dans la panification.

L'analyse des cépages des vignobles anciens, basée sur l'étude des pépins de raisin fossiles et de bois de

vigne, a permis de dévoiler les caractéristiques et la diversité des vignes. Le programme d'ANR vini/viticulture⁵, mené à l'Institut des sciences de l'évolution de Montpellier (ISEM), retrace la domestication de la vigne sauvage jusqu'aux mélanges de cépages élaborés.

Les avancées scientifiques révèlent des détails sur les choix alimentaires et les savoir-faire technologiques des civilisations anciennes, ouvrant ainsi une fenêtre sur leur quotidien et leurs interactions avec les ressources végétales disponibles.

Le passé comme source de solutions ?

L'accès à la nourriture végétale et son évolution sont au centre des questionnements des chercheurs. Les analyses bioarchéologiques se révèlent une source de solutions face aux enjeux du changement global et des défis sociétaux. Les projets de recherche collaboratifs entre l'INRAP et l'Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement (INRAE)⁶ visent spécifiquement à dévoiler des gènes adaptatifs « cachés » dans l'ADN ancien, ouvrant ainsi la voie à des solutions pour mieux comprendre les adaptations des cultures modernes aux défis climatiques.

Par exemple, le projet de l'Agence nationale de la recherche (ANR) SilArchaeoBio explore de manière novatrice les savoirs paysans du passé⁷. En mettant en lumière le rôle essentiel des silos dans l'organisation économique et culturelle des sociétés méditerranéennes, ces recherches pluridisciplinaires offrent

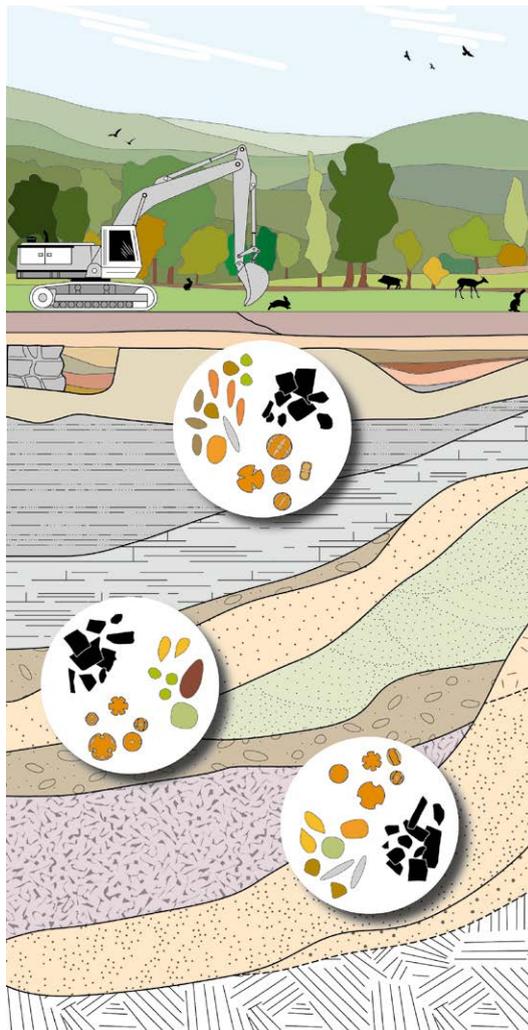
Histoire du climat, de la végétation et de son anthropisation durant l'Holocène dans le Bassin parisien.

4. Andreas G. Heiss *et al.*, « Tissue-based analysis of a charred flat bread (galette) from a Roman cemetery at Saint-Memmie (Dép. Marne, Champagne-Ardenne, north-eastern France) », *Journal of Archaeological Science*, vol. 55, 2015, p. 71-82. [10.1016/j.jas.2014.12.014](https://doi.org/10.1016/j.jas.2014.12.014)

5. <https://anr.fr/Projet-ANR-16-CE27-0013>

6. « Ouverture du laboratoire PaleoLab pour l'étude de l'ADN ancien des restes archéobotaniques », *Actualités de l'INRAP*, 29 mars 2023.

7. <https://anr.fr/Projet-ANR-21-CE27-0013>



Restes végétaux (charbons de bois, graines et pollen) piégés dans les strates du sous-sol.

© S. Eusèbe

des pistes concrètes pour des solutions techniques applicables à l'agriculture durable du XXI^e siècle.

La résilience, maintenant un système stable malgré les fluctuations, se révèle être une solution aux bouleversements actuels et futurs. Les choix agricoles actuels, tels que les semis à mélanges variétaux, tendent vers cette notion de robustesse, contrairement aux monocultures intensives. Les archéobotanistes, co-détenteurs des connaissances sur l'agrobiodiversité du passé, jouent un rôle en orientant les sociétés contemporaines vers des méthodes de culture

durable, de conservation efficace et d'acclimatation des semences.

Les analyses sur les charbons de bois offrent des réponses sur la capacité de régénération et de résilience des écosystèmes forestiers. L'intégration de ces résultats dans une réflexion sur l'approvisionnement en bois de feu ou d'œuvre dans des forêts subnaturelles ouvre des perspectives pour une meilleure gestion future.

La Cellule économie végétale et environnement (CEVE) de l'INRAP, forte de ses résultats archéobotaniques acquis par de nombreux sites fouillés en préventif, vise à relever un défi majeur : comprendre la dynamique des interactions entre les sociétés et la biodiversité végétale à différentes échelles temporelles. Dans le cadre d'un projet avec le ministère de la Transition écologique et l'INRAP, l'accent est mis sur la valorisation des données du paléoenvironnement pour une évaluation environnementale optimisée. La nécessité de collaborer avec les services régionaux de l'archéologie, les universités et le CNRS, via les UMR, s'inscrit dans le rôle élargi de l'INRAP en tant qu'établissement de recherche.

Le défi des recherches en archéobotanique

Les archives botaniques sont une mine d'informations, mais elles sont des éléments fragiles et disparaissent si les conditions de conservation ne sont plus présentes. En particulier, les épisodes de canicule que notre territoire a subis ces dernières années ont asséché les sols en profondeur et ont fait baisser les niveaux de la nappe phréatique ; même ponctuellement, ce phénomène a pour conséquence d'altérer les restes végétaux contenus dans ces dépôts. De plus, les tourbières, qui sont les contextes les plus favorables aux enregistrements de séquences organiques, subissent une rétractation du fait du manque d'eau. Ici aussi, le potentiel informatif tend à disparaître.

Conclusion

Le défi en archéobiologie réside dans la complexité d'un anthroposocio-écosystème observé à l'échelle du temps long, ou Anthropocène. Alors que six des neuf limites planétaires sont déjà dépassées⁸, les travaux des chercheurs contribuent à la compréhension des enjeux majeurs pour la vie en harmonie entre l'homme et le commun biotique et abiotique. ■

8. Johan Rockström, Will Steffen, Kevin Noone *et al.*, « A safe operating space for humanity », *Nature*, vol. 461, 2009, p. 472-475 : <https://doi.org/10.1038/461472a>



Jeu de cartes botaniques.

© S. Eusèbe

Bibliographie « pour aller plus loin »

Jean-François Berger (dir.), *Des climats et des hommes*, La Découverte, 2012.

Dominique Garcia (dir.), *La fabrique de la France. 20 ans d'archéologie préventive*, Flammarion/INRAP, 2021.

Michel Magny, *Aux racines de l'Anthropocène. Une crise écologique reflet d'une crise de l'homme*, Le Bord de l'eau, 2019.

Frerk Pöppelmeier *et al.*, « Multi-proxy Constraints on Atlantic Circulation Dynamics since the last Ice Age », *Nature Geoscience*, vol. 16, 2023, p. 349-356.

Stéphanie Thiébaud (dir.), *Archéologie environnementale de la France*, La Découverte, 2010.

Aspects et impacts environnementaux des pratiques archéologiques

L'Institut national de recherches archéologiques préventives (INRAP) encourage l'émergence de projets vertueux permettant de réduire l'impact de l'archéologie préventive sur l'environnement. La gouvernance de l'Institut porte différentes actions décrites dans le volet relatif à la responsabilité sociale, sociétale et environnementale (RSE) du contrat d'objectifs et de performance.

Inspirée par les éclairages du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) et la déclinaison des Objectifs de développement durable France 2030 (ODD), une vision plus structurée, ambitieuse et volontariste s'est progressivement dessinée ces dernières années. Elle se fonde sur l'analyse des enjeux, des risques et des opportunités que représentent les changements avec lesquels il faut désormais composer pour faire évoluer l'activité.

Le contexte environnemental de l'archéologie préventive

L'archéologie préventive intervient en amont d'aménagements de toutes natures sur l'ensemble du territoire national. Les terrains bâtis, en friche ou plantés sur lesquels l'Institut intervient sur prescription de l'État sont aussi variés que leurs destinations futures.

Les objectifs de l'intervention incluent l'impact des interventions archéologiques sur leur environnement. Ils sont définis en amont de toute opération archéologique et associent de nombreuses parties intéressées internes et externes pour garantir la réussite de la mission.

La première étape pour évaluer les impacts d'un chantier archéologique est d'obtenir de la part de l'aménageur les études qui contribueront à la définition d'une organisation et de moyens proportionnés mais, surtout, adaptés au contexte tant technique qu'environnemental du terrain confié.

En effet, selon la localisation géographique de la parcelle, différentes contraintes doivent être considérées dans le cadre d'une gestion des risques objective : les saisons (amplitude thermique, luminosité, précipitations ou vent), les phénomènes climatiques (épisodes caniculaires ou neigeux, incendies, inondations ou tempêtes) ou encore la géologie (type et dureté du sol, dégagements gazeux ou amiante naturel) et les

usages anthropiques actuels et antérieurs (pollutions des sols, insalubrité, zone de conflits, espace confiné ou résistance des structures).

L'activité de chantier est susceptible de générer des nuisances et est consommatrice de ressources. Ainsi, des informations sur les réglementations applicables à la zone d'intervention sont nécessaires pour contribuer à tendre vers un impact acceptable et répondre à notre devoir d'établissement écoresponsable :

- les nuisances consécutives à l'utilisation d'engins de chantier à moteur thermique ainsi que la circulation des poids lourds affectent le voisinage à des degrés divers (nuisances lumineuses, sonores, olfactives, vibratoires et émissions de poussières) ;
- l'utilisation de bungalows de chantier induit la consommation d'hydrocarbures (transport et générateurs), d'eau et d'électricité (chauffage, lumières et équipements de confort) ;
- les interventions sont susceptibles de se tenir dans des espaces encadrés par la loi sur l'eau ou classés « Natura 2000 », voire faire l'objet de restrictions temporaires (arrêtés Sécheresse) qui nécessitent une approche intégrée ;

VANESSA LETELLIER

Ingénieure Sécurité Prévention, chargée de la Responsabilité sociétale des entreprises (RSE), Direction générale, Institut national de recherches archéologiques préventives (INRAP)

L'archéologie préventive intervient en amont d'aménagements de toutes natures sur l'ensemble du territoire national. Les terrains bâtis, en friche ou plantés sur lesquels l'Institut intervient sur prescription de l'État sont aussi variés que leurs destinations futures.

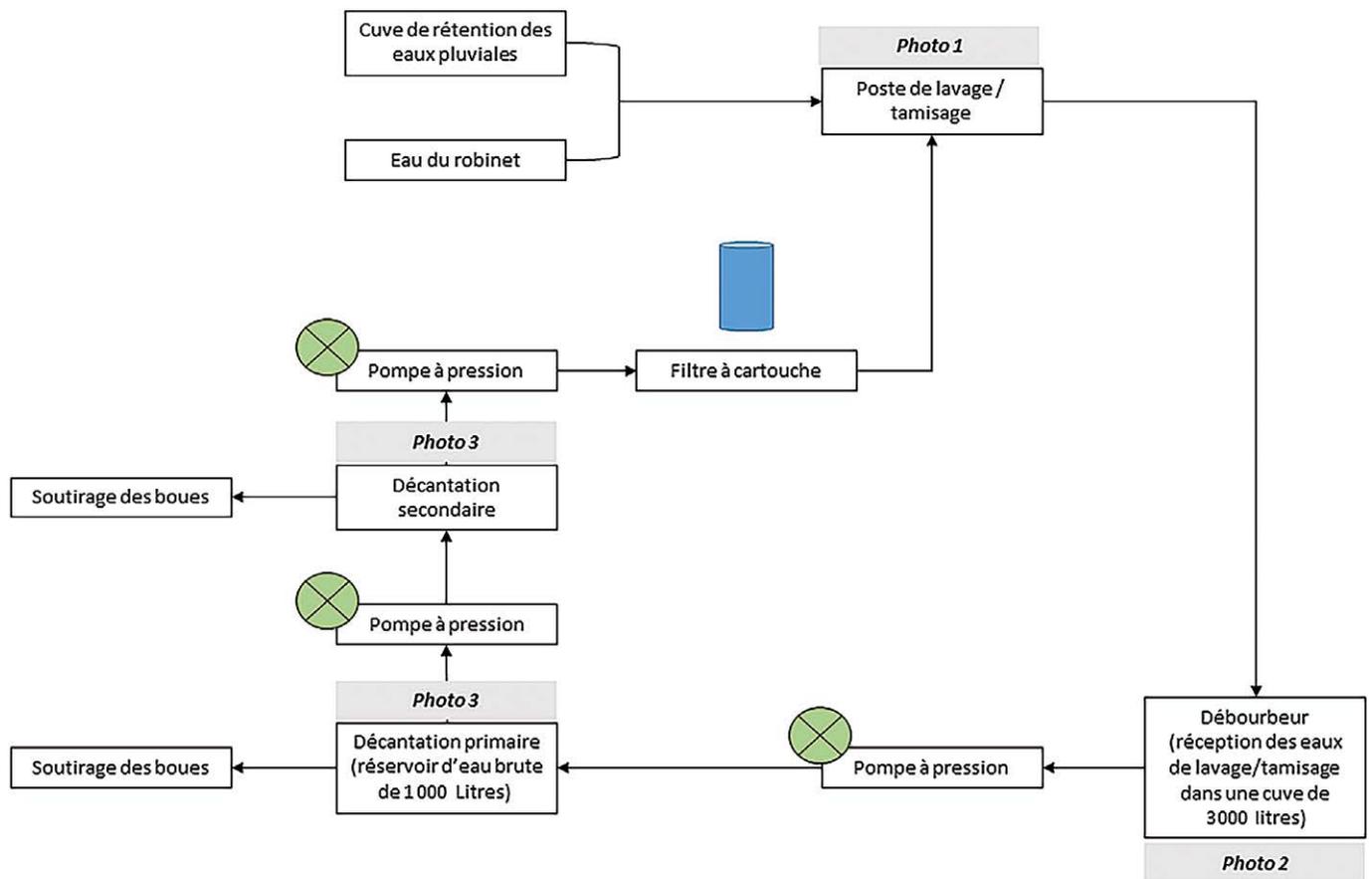


Schéma : circuit de recyclage de l'eau en boucle fermée pour le nettoyage du mobilier archéologique.

© INRAP

1. L'albédo est la part des rayonnements solaires qui sont renvoyés vers l'atmosphère. L'albédo permet de calculer grâce à un facteur entre 0 et 100 le rayonnement solaire réfléchi par une surface. 0 correspondant à une surface absorbant tous les rayons, et 100 à une surface renvoyant tous les rayons : <https://geoconfluences.ens-lyon.fr/glossaire/albedo> (consulté le 17 avril 2024).

- la biodiversité bénéficie d'une attention croissante pour limiter tant les perturbations des écosystèmes que les disséminations d'espèces envahissantes ;
- le sol arasé après la phase de décapage génère un albédo¹ à compenser dans le cas de chantiers de longue durée, etc.

Le second temps fort de l'activité se déroule dans les centres de recherches archéologiques. Locataire de ses espaces de travail administratifs, scientifiques ou techniques, l'Institut échange régulièrement avec les bailleurs pour encourager le déploiement d'actions visant à réduire la consommation d'énergie ou leur impact environnemental. Sans se limiter à l'ajout de critères dans les cahiers des charges utiles à la recherche de nouveaux locaux, l'Institut s'emploie à les influencer sur la considération des enjeux de sobriété en étant force de proposition dans les échanges.

Deux projets développés pour alléger l'impact des pratiques archéologiques sur l'environnement

La prise en compte des questions environnementales et sociétales dans l'organisation des missions archéologiques est une préoccupation croissante de l'Institut. L'objectif est d'ajouter progressivement le prisme de l'écoconception dans la manière d'appréhender les activités.

L'initiative « Chantier engagé »

En Auvergne-Rhône-Alpes, le projet « Chantier engagé » bénéficie d'une dynamique pluridisciplinaire

impulsée depuis 2022 par l'ingénieure Sécurité Prévention avec le pilotage local de Sébastien Gaimé, directeur adjoint scientifique et technique régional. Il s'inscrit dans une logique participative, les agents étant force de proposition, afin de tester des solutions d'une année sur l'autre.

Ce projet considère l'ensemble des composantes de la responsabilité sociétale ; seul le volet environnemental sera développé ici.

L'Institut dirige un chantier-école sur le plateau de Gergovie pouvant accueillir jusqu'à trente bénévoles. L'exiguïté de l'emplacement de la fouille programmée est l'opportunité de tester des solutions techniques et de développer une approche innovante tant sur les méthodes de fouille que sur l'organisation globale. L'ensemble est situé dans une zone « Natura 2000 » révélant, entre mai et juillet, un climat sec et venteux.

Le recours aux énergies alternatives est incontournable du fait de l'éloignement des commodités, ouvrant ainsi des réflexions sur l'installation de panneaux photovoltaïques ou mixtes éoliens, fixes ou mobiles. La mise à disposition de toilettes sèches donne satisfaction à l'ensemble des utilisateurs et l'instauration du tri sélectif est à ce jour bien gérée. Plusieurs autres pistes sont étudiées pour trouver des alternatives durables sans contrevenir aux impératifs de conditions de travail : comment offrir des temps de pause rafraîchis sans recourir à la climatisation dans un espace peu arboré ? Comment maintenir un couvert végétal réduit en cette période ? Quelles règles définir pour promouvoir l'utilisation raisonnée des appareils ? Comment utiliser au plus juste la ressource hydrique



Poste de lavage et tamisage du mobilier archéologique.



Le débourbeur réceptionne les eaux de lavage dans une cuve de 3 000 litres.



Cuve de gauche : premier traitement des eaux récupérées à l'oxygène actif ; cuve de droite : second traitement réduisant considérablement la turbidité de l'eau.

déjà rare ? etc. Les contraintes spatiales impliquent le recours à des équipements encore peu répandus sur les chantiers archéologiques traditionnels (convoyeurs et brouettes électriques). Les matériaux, le réemploi, sans oublier la maintenance des équipements sont au cœur des échanges pour limiter les impacts de tous types.

De l'eau de pluie pour nettoyer les vestiges archéologiques

Développé en Bourgogne Franche-Comté avec le concours de Laurent Vaxelaire, directeur inter-régional, et de Bruno Rouelle, conseiller Prévention Sécurité, un projet précurseur récupère l'eau de pluie pour le nettoyage du mobilier archéologique prélevé lors des opérations. Le système de recyclage en boucle fermée répond aux cinquante-trois mesures du « plan Eau » de mars 2023. Cette démarche exemplaire en matière de sobriété fait l'objet, depuis quatre ans, d'améliorations portées par les agents.

Après un traitement rudimentaire sur le terrain suit l'étape du lavage-tamisage qui permet de révéler par entraînement de l'eau les fragments du passé. Actuellement, l'eau utilisée pour le lavage-tamisage provient du réseau de distribution d'eau potable, et celle rejetée rejoint le collecteur d'eaux usées.

La conception simple d'une nouvelle installation de récupération d'eau de pluie change cette donne. D'emblée, elle tient compte du transport de l'eau d'un centre archéologique à un chantier, ce dispositif pouvant être redimensionné en fonction des volumes à traiter. Elle comporte également un système de récupération, de décantation, de clarification et de filtration.

L'eau de pluie est captée depuis les toitures d'un point haut dans une citerne de 1 000 litres, par la simple dérivation d'un conduit. Elle alimente à la demande la table de lavage-tamisage grâce à une pompe de jardin, dotée d'un surpresseur pour bénéficier d'un minimum de pression au niveau du pistolet. Au fil du nettoyage, l'eau entraîne avec elle de la terre, du sable et des cailloux vers un débourbeur de près de 3 m³ équipé d'un dégrilleur permettant une première décantation par gravité. L'eau est ensuite envoyée dans un réservoir de traitement par désinfection à l'oxygène actif qui, à l'inverse du chlore, n'endommage pas les éléments recherchés (charbons, pollens, graines, etc.). L'eau subit un second traitement par le même procédé mais dans un réservoir distinct ; les matières en suspension sont abattues et la turbidité a significativement diminué. L'eau clarifiée peut alors être remontée grâce à une pompe de puits équipée d'une cartouche filtrante.

Les prochaines améliorations du système porteront sur l'énergie requise par les pompes.

Conclusion

Les considérations environnementales font partie intégrante du travail des archéologues qui contribuent à clarifier les interactions entre l'homme et son milieu à travers les âges. Dans cet esprit, l'INRAP travaille d'ailleurs sur un futur COP-durable (COP-D) au sein duquel les enjeux environnementaux et sociétaux seront encore renforcés à travers un axe dédié. ■

Comprendre et réduire l'empreinte environnementale de nos activités de recherche : le Groupement de recherche (GDR) Labos 1point5¹

Labos 1point5 est un collectif de membres du monde académique, de toutes disciplines et sur tout le territoire, partageant un objectif commun : mieux comprendre et réduire l'impact des activités de recherche scientifique sur l'environnement, en particulier sur le climat. Le collectif existe depuis 2019 et s'appuie sur un Groupement de recherche (GDR) depuis 2021, soutenu, entre autres, par le Centre national de la recherche scientifique (CNRS), l'Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement (INRAE), l'Institut national de recherche en sciences et technologies du numérique (INRIA), l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME) et Sorbonne Université.

MARIE-ALICE FOUJOLS

Ingénieure de recherche CNRS, Institut Pierre-Simon Laplace – Sciences du climat (IPSL), co-animatrice de l'Équipe Transition de Labos 1point5, Sorbonne Université et Labos 1point5

CÉLINE SERRANO

Ingénieure de recherche, co-animatrice de l'Équipe Transition de Labos 1point5, Institut national de recherche en sciences et technologies du numérique (INRIA)

Transformer la recherche collectivement

Le GDR Labos 1point5 travaille selon deux axes : analyse et transition. Une équipe « Enseignement » fédère des actions en lien avec l'enseignement supérieur : retours d'expérience, création de contenus, colloque, revue pédagogique, liens avec l'enseignement secondaire, etc.

Le GDR s'appuie également sur une équipe « Technique » et une équipe « Communication ». Au-delà des recherches sur l'empreinte carbone et environnementale des laboratoires, le collectif organise un cycle de séminaires disponibles en rediffusion, qui permet d'aborder différents thèmes en lien avec la transition environnementale. La 8^e saison vient de commencer et porte sur les enjeux géopolitiques de la crise environnementale. Un colloque a lieu tous les 2 ans, le troisième est prévu du 5 au 7 novembre 2024. Toutes les informations sont accessibles sur le site internet. À ce jour, la newsletter est distribuée à près de 5 000 abonné(e)s.

Les outils de Labos 1point5 par et pour la recherche²

Trois outils ont été développés, par et pour la recherche : GES 1point5 pour mesurer son empreinte carbone annuelle (gaz à effet de serre), Scenario 1point5 pour explorer et quantifier des mesures de réduction et Transition 1point5 pour décrire des actions de réduction d'empreinte, permettant à d'autres laboratoires de s'en inspirer.

• GES 1point5

Outil open-source, gratuit et accessible en ligne, il permet à un laboratoire d'estimer son empreinte carbone annuelle. Disponible depuis 2020 pour les postes d'émissions déplacements domicile-travail, bâtiments (énergie et chauffage), missions professionnelles, achats informatiques, il a été complété par un module achats adapté à l'Enseignement supérieur et la Recherche (ESR), par un module alimentation, par un module consommation d'eau et par quelques exemples d'infrastructures de recherche. Toute la méthodologie utilisée, décrite en détail, constitue une documentation très riche facilement accessible.

En février 2024, plus de 1 000 laboratoires de toute taille et discipline utilisent GES 1point5.

1. <https://labos1point5.org/> (consulté le 6 mars 2024).

2. Voir dans ce numéro l'article de Blandine de Geyer, « La mise en œuvre d'une démarche de transition environnementale dans un établissement public de recherche : l'exemple du CNRS », p. 12.



Vue de l'École nationale supérieure d'architecture de Nantes (ENSA Nantes), conçue par les architectes Anne Lacaton et Jean-Philippe Vassal. Le bâtiment a été livré en 2009. 30 juin 2013, Jean-Pierre Dalbéra, CC BY 2.0.

La base de données des bilans d'émission de gaz à effet et serre (BGES) de laboratoires constitue une ressource précieuse pour mener des études et est, à ce jour, unique au monde.

La base de données des bilans d'émission de gaz à effet et serre (BGES) de laboratoires constitue une ressource précieuse pour mener des études et est, à ce jour, unique au monde. Une dizaine d'articles scientifiques ont déjà été publiés.

• Scenario 1point5

L'outil permet d'explorer et de quantifier des mesures de réduction selon les différents postes d'émission couverts par GES 1point5. En février 2024, il propose 18 mesures différentes qui couvrent sept domaines. Chaque mesure proposée est décrite en détail avec des éléments de contexte, ses avantages et ses limites, les effets rebonds éventuels et des références sourcées sur l'impact de la mesure. Plusieurs scénarios associant différentes mesures peuvent être élaborés.

La présentation de ces scénarios aux personnels d'un laboratoire permet de discuter des mesures pouvant être mises en œuvre en partant de scénarios chiffrés et d'éclairer des prises de décision, par vote ou pas, en ayant des idées claires sur les efforts demandés et la baisse des émissions de GES escomptée.

• Transition 1point5

Depuis décembre 2023, le réseau des laboratoires en transition fonctionne grâce à la plateforme Transition 1point5. Les laboratoires peuvent y publier les actions qu'ils mettent en place pour réduire leur empreinte carbone et les autres laboratoires peuvent explorer ces actions. Labos 1point5 définit un laboratoire en transition comme un laboratoire qui a entrepris une démarche d'estimation et d'analyse de l'empreinte environnementale de ses activités, avec l'objectif de la réduire durablement. En mars 2024, 80 actions ont été publiées.

Et dans les laboratoires sous tutelle du ministère de la Culture ?

Au Laboratoire Architecture, Ville, Urbanisme, Environnement (LAVUE, UMR CNRS 7218) associé aux Universités Paris-Nanterre et Paris 8 Vincennes-Saint-Denis, et au ministère de la Culture, via les Écoles nationales supérieures d'architecture (ENSA) de Paris-La Villette et de Paris-Val de Seine, une première réunion collective s'est tenue en mars 2024 pour concrétiser des actions à l'échelle du laboratoire, grâce à la réflexion initiée par Agnès Deboulet, autrice d'un ouvrage sur la crise climatique au Moyen-Orient³.

3. Agnès Deboulet et Waleed Mansour (dir.), *Middle Eastern Cities in Time of Climate Crisis*, CEDEJ Égypte/Soudan, 2022. 10.4000/books.cedej.8534 (<https://books.openedition.org/cedej/8534?lang=fr>).

Le vocabulaire de la transition écologique et énergétique

Le vocabulaire de l'environnement se porte bien, très bien même, soutenu par la production continue de concepts nouveaux. Mais cette expansion n'est que le reflet de la crise environnementale que notre monde traverse : il en faut des termes pour décrire les atteintes, les dégradations et les désastres, les contre-feux, les règlementations et les mécanismes de préservation ! Depuis vingt ans, un des groupes d'experts du dispositif interministériel d'enrichissement de la langue française œuvre à définir et à produire les termes indispensables à la politique gouvernementale de la transition écologique et énergétique.

Bâtir un socle de vocabulaire de référence

La réflexion et le discours sur l'environnement sont portés par des scientifiques, des militants, des journalistes, des institutionnels et bien d'autres, chacun maniant et interprétant les termes selon sa conception de la crise et les solutions qu'il préconise. C'est-à-dire autant de points de vue que de nuances dans les définitions. Entre 2005 et 2010, la tâche préalable des spécialistes rassemblés pour normaliser et enrichir la terminologie de l'écologie a donc été de mettre fin aux approximations en reprenant et en harmonisant le vocabulaire de base. Il leur a fallu s'accorder sur les définitions des termes essentiels relatifs à la nature – biocénose, biodiversité, biotope, écosystème, écotype... –, aux grands phénomènes – changement climatique anthropique, effet de serre, puits de carbone... –, ainsi que sur les concepts primordiaux – développement durable, principes de participation, de précaution, de prévention et du pollueur-payeur, résilience... Voilà pour les fondations d'un vocabulaire normalisé qui n'a fait que croître depuis par cycles successifs.

Des termes pour administrer, comptabiliser, règlementer...

Le vocabulaire de l'environnement témoigne surtout de la nécessité, pour les institutions, les scientifiques et les décideurs, tant à l'échelle locale qu'internationale, d'analyser, de mesurer et de quantifier l'état de notre planète et de son climat. Ce sont autant de

ÉTIENNE QUILLOT

Chef de la Mission du développement et de l'enrichissement de la langue française, Délégation générale à la langue française et aux langues de France, ministère de la Culture

« 260 termes clés pour les négociations environnementales et climatiques », publication éditée à l'attention des négociateurs de la 28^e conférence des parties sur les changements climatiques qui s'est tenue à Doubaï en décembre 2023.



besoins scientifiques et techniques immédiats qui sont à l'origine d'une kyrielle de méthodes – analyse, approche (prudente), audit, bilans (d'émissions ou sédimentaires), études (de dangers ou d'impact), évaluations (environnementales)... –, d'indicateurs – contenu (en CO₂), équivalent, potentiel, quota, ratio, « unité de réduction certifiée des émissions » (2012)... – ou d'outils – certification, « dispositif de quotas d'émission cessibles » (2012)... Il faut ajouter les différentes empreintes que laissent nos activités, qu'elles soient qualifiées d'« écologiques », « en eau », « en gaz à effet de serre », « en matières (premières) » ou « lumineuses ». On est bien loin de la poésie de l'« eau bleue » (2017) ou de la « réserve de ciel étoilé » (2022), mais ce vocabulaire technique et comptable, rébarbatif il faut le reconnaître, constitue pourtant le quotidien des spécialistes qui en ont besoin pour leurs travaux, pour échanger entre pairs ou au sein d'instances nationales – notamment pour bâtir les politiques publiques de transition – et internationales – quand il faut fixer des objectifs communs au sein de l'Union européenne ou dans les conférences des Nations unies sur le climat.

Des néologismes militants

Plus que tout autre domaine, l'environnement est un vivier fécond de termes qui permettent de lancer l'alerte, toujours nés de réflexions individuelles, puis repris et promus par des citoyens, des associations, des collectifs ou des partis, et qui, dépassant le cercle de leurs promoteurs, finissent par faire consensus. Ces termes témoignent majoritairement d'une vision pessimiste du devenir de l'environnement, tels le « catastrophisme », la « collapsologie », le « survivalisme » ou la « théorie de l'effondrement » (2021 et 2023), qui nous préviennent des dangers qui nous menacent. D'autres se font dénonciateurs comme le « voiturage en solo », ou « autosolisme » (2022), pointé du doigt dans les plans de déplacements urbains, ou l'« accaparement des mers » (2023). L'exercice de définition est alors ardu pour les experts, car ils doivent donner une explication équilibrée de ces termes, sans jugement de valeur ; tâche allégée dans le cas d'« écocide » puisqu'adoubé par la loi « Climat et résilience » de 2021.

Plus que tout autre domaine, l'environnement est un vivier fécond de termes qui permettent de lancer l'alerte...

Les termes qui réparent l'environnement

En contrepoint, émerge une succession de notions qui manifestent la détermination d'aller au-delà des constats en défaisant ce qui nuit. Des termes sont forgés pour montrer que l'on s'attaque d'abord au plus visible avec la « récupération des déchets » et le « recyclage des déchets » (2009), déchets que l'on peut soumettre aussi à la « valorisation énergétique » (2011) ou à un « recyclage valorisant » (2013). On considère que la nature, résiliente, peut elle-même participer à son propre sauvetage avec le « nettoyage par le ressac » des plages souillées par les hydrocarbures (2010) et la « phytoréhabilitation » ou « décontamination végétale » des sols et des eaux au moyen de végétaux (2011). On pense encore qu'une bonne action à un endroit peut contrebalancer les méfaits commis ailleurs grâce à la « compensation écologique » et aux « mesures compensatoires » (2010), ou que l'on peut atténuer ces méfaits avec la « mitigation » (2012).

C'était il y a plus de dix ans, autant dire un siècle. Depuis, les termes qui s'égrènent montrent que de grands chantiers sont nécessaires pour enrayer la destruction des milieux naturels. On fait paradoxalement appel à la pelleuse et au bulldozer : « étrépage » des sols à régénérer et « reméandrage » des cours d'eau qu'il faut ralentir en 2013, « dépoldérisation » et « réestuarisation » en 2019, ou encore « remodelage de plage » (2021) et « réalimentation de plage » (2021) pour freiner l'érosion des littoraux. Il faut défaire ce

phytoréhabilitation
géoingénierie
étrépage réestuarisation
reméandrage
dédomestication
dépoldérisation
mitigation
réensauvagement

Sélection de termes recommandés
« qui réparent ».

dont l'homme est le seul responsable, en particulier l'artificialisation des sols, en pratiquant la « dés-imperméabilisation » (2023), ou en aménageant dans le sol des « structures réservoirs » (2023) pour retenir et absorber les eaux pluviales. Deux débats en cours ne sont pas encore tranchés : qu'est-ce qu'une « renaturation », qu'est-ce qu'une « revégétalisation » ?

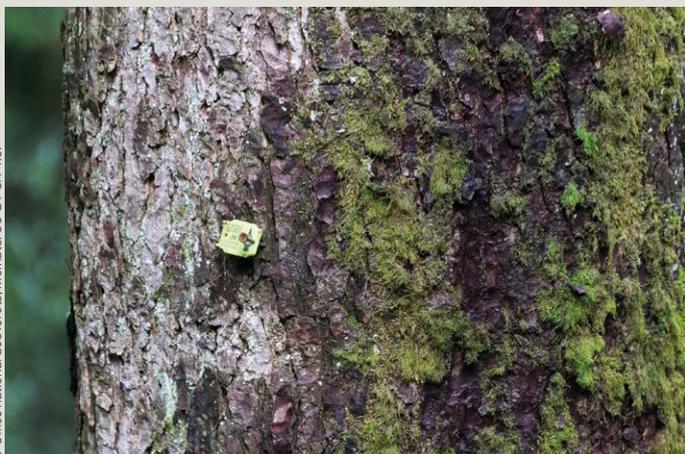
Et persiste encore un espoir, ténu, que la nature est en mesure de reprendre ses droits et que les écosystèmes peuvent retrouver un nouvel équilibre avec la « dédomestication » d'espèces que nous avons assujetties et le « réensauvagement » de milieux et d'espaces d'où l'homme se retire (2022).

Conclusion

Ainsi, les termes nouveaux de l'environnement sont révélateurs de la prise de conscience et de l'émergence d'une volonté, de plus en plus affirmée, que l'homme, oscillant entre pragmatisme, pessimisme et espoir, puisse apporter des solutions aux dégradations dont il est à l'origine. Chaque année, parmi les termes recommandés ajoutés à la base *FranceTerme*¹ du ministère de la Culture, près de vingt se rapportent à la transition écologique et énergétique. ■

1. <https://www.culture.fr/franceterme/>

Verdir son vocabulaire avec bio-, éco-, vert...



© Office national des forêts. Moirats, CC-BY-SA-4.0.

Un sapin pectiné portant une plaquette « Arbre pour la biodiversité », octobre 2019.

Quand on a besoin de nommer un nouveau concept associé à l'écologie, à l'environnement ou au développement durable, les préfixes et les qualificatifs ne manquent pas.

Le plus populaire est le préfixe « éco- » qui est critiqué pour sa polysémie et surtout audacieusement détourné, au grand dam des scientifiques, par des entreprises ou par la communication institutionnelle et commerciale. La dénomination « éco » d'un dispositif ou d'un procédé cache la plupart du temps une stratégie de « verdissement d'image » ou *greenwashing* (2013). Mais il peut être pertinent pour exprimer certaines idées nouvelles. Il a l'avantage de

reposer sur quatre jambes, signifiant à la fois l'économie ou l'usage parcimonieux, l'écologie ou la relation des êtres vivants avec le milieu, la recherche d'un meilleur équilibre entre l'homme et son environnement naturel, et enfin l'écologisme ou l'engagement militant. Ainsi, quand on conçoit une démarche écoresponsable ou l'aménagement d'un écoquartier, on vise souvent simultanément plusieurs de ces piliers.

L'adjectif « vert » et les dérivés de « verdir » – verdissant et verdissement – sont tout aussi chéris par la communication institutionnelle et commerciale pour submerger notre quotidien d'une marée d'articles, d'aliments et même

de « moments » ou de « gestes » dits verts...

Cette mode dissuade les spécialistes de l'environnement d'y recourir, au bénéfice d'autres qualificatifs plus explicites. Rares sont donc les termes recommandés « verts », si ce n'est les croissances, économies, finances ou obligations vertes, où cet adjectif est synonyme de « favorable à l'environnement », ou encore les trames et zones vertes, quand on veut signifier que la nature est préservée.

En revanche, les spécialistes n'hésitent jamais à forger des néologismes avec le préfixe « bio- » qui renvoie principalement à « biologie », mais aussi à « biodiversité ». Les termes en « bio- », comme « biodégradation », suffisamment explicites, entrent dans l'usage sans que l'on ait eu besoin de leur adjoindre une forme développée, par exemple « dégradation biologique ». Enfin, trois adjectifs – écologique, environnemental et renouvelable –, certes plus longs mais sans équivoque, ont la faveur des experts qui créent de nombreux termes pour traduire un anglicisme ou désigner une notion nouvelle.

bio
 bioénergie biosécurité
 biodégradable
 bioprotecteur biocénose
 biogaz biobiodiversité
 bioturbation biosûreté bioplastique
 biocharbon bioprotection
 biodégradabilité
 biométhane

Sélection de termes recommandés formés avec le préfixe bio-.



Vue du Petit Lay,
Mouchamps, Vendée

© Jean-Philippe Berlose - Petites Cités de Caractère® de France



Implication, prévention et protection

Les plans de sauvegarde des biens culturels (PSBC) : l'aide apportée par le Service interministériel des archives de France (SIAF) à son réseau

Pour se préparer aux situations d'urgence qui s'annoncent de plus en plus difficiles, les services d'archives se lancent également dans la rédaction de leur plan de sauvegarde des biens culturels. Le Service interministériel des archives de France les accompagne dans cette démarche.

THI-PHUONG NGUYEN

Conseillère experte en conservation préventive et curative, Direction générale des patrimoines et de l'architecture, Service interministériel des archives de France (SIAF), Sous-direction de la collecte, de la conservation et de l'archivage électronique, Bureau de l'expertise numérique et de la conservation durable, ministère de la Culture

Dans une note diffusée le 10 juin 2016 aux établissements publics et aux services à compétence nationale relevant du ministère de la Culture et aux Directions régionales des affaires culturelles (DRAC), le directeur général des patrimoines demandait aux chefs d'établissements culturels et aux conservateurs des cathédrales de réaliser leur plan de sauvegarde des biens culturels (PSBC), document opérationnel en situation d'urgence.

Le constat

Alors que le réchauffement climatique et l'anormale intensité des phénomènes météorologiques extrêmes apparaissaient de plus en plus évidents, force était de constater que 4 ans après la diffusion de cette note, très peu d'établissements culturels avaient entrepris la rédaction de leur PSBC, y compris dans les zones les plus exposées aux tempêtes cycloniques, et ce, malgré la disponibilité d'une documentation particulièrement foisonnante¹.

En 2020, par exemple, seuls 17 % des services d'archives départementales étaient dotés d'un PSBC alors que 24 % d'entre eux avaient dû, la même année, faire face à une inondation au sein même de leur établissement ou dans un service d'archives communales voisin.

Cette démission était moins le fait d'un manque de volonté que d'une leucosélophobie, le syndrome de la page blanche, qui ne touchait pas uniquement les archives, mais bien tous les secteurs du patrimoine culturel. C'est pour les aider à surmonter ce syndrome que le Centre de recherche et de restauration des musées de France (C2RMF) a développé, dès 2019, un programme de sensibilisation et d'accompagnement à la rédaction d'un PSBC à destination des musées de France². Les services d'archives

ont été invités à participer à ce programme en 2021 ; mais, si les échanges avec les musées pouvaient s'avérer fort fructueux, il est vite apparu que les stratégies d'intervention et les outils mis en place étaient parfois peu adaptés aux collections d'archives, et que les collègues avaient besoin de se retrouver de manière plus exclusive pour discuter de leurs expériences et de leurs interrogations d'archivistes. Le Service interministériel des archives de France (SIAF), avec l'aide du C2RMF, a donc décidé de reprendre le programme et les outils déjà développés pour les musées, et de les adapter au secteur des archives.

L'accompagnement par des formations

Des ateliers PSBC pour les archives ont ainsi été organisés depuis 2022, selon le même format que celui des musées, à ceci près que les services font l'objet d'un accompagnement très serré, en mode projet, tout au

Cette démission était moins le fait d'un manque de volonté que d'une leucosélophobie, le syndrome de la page blanche, qui ne touchait pas uniquement les archives, mais bien tous les secteurs du patrimoine culturel.

1. « Mettre en place un plan de sauvegarde et d'urgence des biens culturels » : <https://francearchives.gouv.fr/fr/article/94529231> (consulté le 2 mai 2024).

2. Voir dans ce numéro les articles sur les PSBC des bibliothèques territoriales et du Centre de recherche et de restauration des musées de France (C2RMF) : Michela Rega, « La protection des collections patrimoniales des bibliothèques territoriales : vers la mise en place de plans de sauvegarde des biens culturels sur le territoire national », p. 52 ; Marie Courselaud, Jocelyn Périllat-Mercerot et Juliette Rémy, « Les "ateliers plans de sauvegarde des biens culturels (PSBC)" du Centre de recherche et de restauration des musées de France (C2RMF) », p. 53.

long de l'année: six ateliers, traités par thématique, s'étendent sur l'année civile, à raison d'un atelier tous les deux mois environ; l'outil d'accompagnement utilisé pour cela est Resana, la plateforme collaborative de l'État. Tous les ateliers ont lieu en virtuel et se soldent par un exercice d'évacuation et de traitement « grandeur nature » en présentiel sur le site parisien des Archives nationales, ce qui impose un nombre de services participants limité à 20. Outils et modèle de PSBC sont égrenés et mis à disposition des participants atelier par atelier, mais des aides ponctuelles et individuelles peuvent être apportées à ces derniers. L'accompagnement est entièrement gratuit pour les services participants, les frais pédagogiques étant pris en charge par le bureau de la formation scientifique et technique de la Direction générale des patrimoines et de l'architecture du ministère de la Culture.

Le développement des plans de sauvegarde et d'urgence dans les services publics d'archives est un objectif opérationnel du Cadre stratégique commun de modernisation des archives pour la période 2020-2024; il apparaît également depuis 2023 dans la feuille de route Transition écologique du ministère de la Culture. L'objectif visé: avoir au moins 80 % des services d'archives départementales ayant commencé la rédaction de leur PSBC ou finalisé celle-ci à la fin de l'année 2024, qu'elle ait été réalisée dans le cadre des ateliers PSBC organisés par le SIAF ou de façon autonome. Cet objectif sera atteint, ce qui représente un grand succès si l'on considère que la participation des services d'archives aux ateliers PSBC archives résulte d'un libre choix. ■



Exercice de sauvetage d'archives dans le cadre d'un atelier PSBC organisé par le SIAF.

LA PROTECTION DES COLLECTIONS PATRIMONIALES DES BIBLIOTHÈQUES TERRITORIALES :

VERS LA MISE EN PLACE DE PLANS DE SAUVEGARDE DES BIENS CULTURELS SUR LE TERRITOIRE NATIONAL

Le ministère de la Culture a souhaité connaître l'état d'avancement des plans de sauvegarde des biens culturels (PSBC)¹ dans les bibliothèques territoriales à l'aide d'une enquête menée par l'Inspection générale de l'éducation, du sport et de la recherche (IGESR). Le rapport², publié en 2022, a mis en évidence le « degré élevé d'impréparation à la gestion des risques » dans ces établissements conservant des collections patrimoniales : en effet, 78 % des bibliothèques municipales classées³ étaient dépourvues de PSBC.

MICHELA REGA

Chargée de plans de sauvegarde en bibliothèques, Direction générale des médias et des industries culturelles (DGMIC), Service du livre et de la lecture, Département des bibliothèques, Bureau du patrimoine, ministère de la Culture

À l'issue de ce rapport, le ministère s'est doté d'une stratégie pour la généralisation des PSBC dans les bibliothèques territoriales patrimoniales. Le plan de sauvegarde est un outil opérationnel d'aide à la décision en cas de sinistre ; il est réalisé par les établissements conservant des collections patrimoniales avec la coopération des services d'incendie et de secours (SIS).

La stratégie ministérielle

À partir des préconisations de l'Inspection générale de l'éducation, du sport et de la recherche (IGESR), le ministère de la Culture a établi une feuille de route pour que l'ensemble des établissements territoriaux patrimoniaux se dotent d'un PSBC à l'horizon de trois ans.

Le premier axe de cette stratégie prévoit l'élaboration d'une circulaire⁴ afin de fixer un cadre autour de l'obligation faite à chaque bibliothèque conservant du patrimoine de disposer d'un PSBC. Ce travail, mené en coopération avec le ministère de l'Intérieur, permet aussi de sensibiliser les SIS aux fonds patrimoniaux conservés dans les bibliothèques.

Le deuxième axe prévoit une campagne nationale d'aide à la rédaction d'un PSBC qui devra toucher en trois ans les bibliothèques patrimoniales. La première phase de cet accompagnement a débuté en janvier 2024 à destination des bibliothèques municipales classées. Une seconde phase interviendra courant 2025 à destination des autres établissements



Exercice pour tester le PSBC à la bibliothèque municipale classée de Bordeaux, 29 janvier 2024.

territoriaux conservant des collections patrimoniales.

Le ministère de la Culture réitère par cette nouvelle mission son engagement aux côtés des bibliothèques territoriales afin que ces dernières puissent poursuivre la sauvegarde du patrimoine culturel français pour les générations futures. ■

1. Voir dans ce numéro les articles suivants : Thi-Phuong Nguyen, « Les plans de sauvegarde des biens culturels (PSBC) : l'aide apportée par le Service interministériel des archives de France (SIAF) à son réseau », p. 50 ; Marie Courselaud, Jocelyn Périllat-Mercerot et Juliette Rémy, « Les "ateliers plans de sauvegarde des biens culturels (PSBC)" du Centre de recherche et de restauration des musées de France (C2RMF) », p. 53.

2. Isabelle Duquenne, Patrice Lefebvre et Stéphane Pellet, *Les plans d'urgence dans les bibliothèques patrimoniales françaises*, rapport n° 2021-232 de l'Inspection générale de l'éducation, du sport et de la recherche (IGESR), janvier 2022.

3. Selon les termes du Code du patrimoine (partie législative, livre III, titre 1^{er}), on dénombre 54 établissements soumis au contrôle technique de l'État et qui bénéficient d'une mise à disposition, par l'État, d'un ou de plusieurs conservateurs des bibliothèques, du fait de la richesse de leurs collections patrimoniales.

4. Circulaire MC/SG/MPDOC/2024-005 du 2 février 2024 relative aux plans de sauvegarde des biens culturels en bibliothèques adressée aux préfets de région et aux DRAC. Elle a été publiée dans le *Bulletin officiel*, n° 345, février 2024, p. 60.

LES « ATELIERS PLANS DE SAUVEGARDE DES BIENS CULTURELS (PSBC) » DU CENTRE DE RECHERCHE ET DE RESTAURATION DES MUSÉES DE FRANCE (C2RMF)

« Que d'eau ! Que d'eau » déclara le président Mac-Mahon face aux inondations catastrophiques de Toulouse en mai 1875. « Et encore, Monsieur le Président, vous n'en voyez que le dessus... ! »

Face aux menaces qui augmentent en lien avec le dérèglement climatique annonçant des épisodes météorologiques extrêmes, l'adaptabilité et la planification s'avèrent être les leviers les plus efficaces pour gérer des situations exceptionnelles et imprévisibles susceptibles de détruire les collections patrimoniales.

Passer du constat à l'action, de la désolation à la maîtrise des événements, de l'improvisation à la planification, c'est l'objectif du Plan de sauvegarde des biens culturels (PSBC). Ni rempart miraculeux à la montée des eaux, ni bouclier protecteur en cas d'incendie, il n'empêchera pas l'incident ou la catastrophe de se produire ; néanmoins, il permettra aux services de secours et à l'établissement d'intervenir, de limiter les dommages et de faire face durablement pendant et après la crise. Depuis 2019, le Département de la conservation préventive du Centre de recherche et de restauration des musées de France (C2RMF) développe un programme de sensibilisation et d'accompagnement des musées de France à la rédaction de leur PSBC. Organisé autour de plusieurs séances thématiques, ce projet a permis de mettre en œuvre des ateliers dans différentes régions françaises et à l'étranger, d'établir une méthodologie applicable à tous les établissements culturels¹ ou encore de produire des outils dédiés², contribuant à la sensibilisation aux risques majeurs sur le patrimoine aux côtés des services du ministère de la Culture et des acteurs publics impliqués dans ce domaine. Conçus dans une approche collaborative, ces ateliers ont favorisé la rencontre entre professionnels d'un même territoire pour qu'ils



Premier atelier PSBC, Direction régionale des affaires culturelles (DRAC) Île-de-France, juin 2019.

puissent s'identifier, se connaître et s'entraider en cas d'urgence.

Démarche durable car s'inscrivant dans une stratégie de résilience, les ateliers PSBC ont permis de soutenir en cinq ans environ 250 musées français et étrangers dans la rédaction de leurs plans. Afin de

pourvoir faire bénéficier le plus grand nombre de cette méthode, les ateliers ont, en 2023, été dématérialisés en webinaire³, dont la captation pourra servir de support pédagogique pour toutes les institutions désireuses de développer leur dispositif de sauvegarde en autonomie. ■

MARIE COURSELAUD

Chargée de mission en conservation préventive, spécialisée en risques majeurs sur le patrimoine, Département de la conservation préventive, C2RMF

JOCELYN PÉRILLAT-MERCEROT

Chargé d'études documentaires, spécialisé en conservation préventive, Département de la conservation préventive, C2RMF

JULIETTE RÉMY

Conservatrice en chef du patrimoine, cheffe du Département de la conservation préventive, C2RMF

1. Marie Courselaud et al., *Plan de sauvegarde des biens culturels. Manuel PSBC* : <https://c2rmf.fr/sites/c2rmf/files/documents/Manuel%20PSBC%20C2RMF.pdf> (consulté le 7 mars 2024).

Voir dans ce numéro les articles suivants : Thi-Phuong Nguyen, « Les plans de sauvegarde des biens culturels (PSBC) : l'aide apportée par le Service interministériel des archives de France (SIAF) à son réseau », p. 50 ; Michela Rega, « La protection des collections patrimoniales des bibliothèques territoriales : vers la mise en place de plans de sauvegarde des biens culturels sur le territoire national », p. 52.

2. Modèle PSBC pour les musées : https://c2rmf.fr/sites/c2rmf/files/modele_psbca_utiliser.pptx ; Outil automatisé pour les PSBC : https://c2rmf.fr/sites/c2rmf/files/documents/Application_PSBBC_2021.xls (consulté le 7 mars 2024).

3. <https://c2rmf.fr/webinaire-plan-de-sauvegarde-des-biens-culturels> (consulté le 7 mars 2024).

Bibliothèque nationale de France :

concilier stratégie écoresponsable et conservation patrimoniale

Face au dérèglement climatique, la préservation des œuvres patrimoniales doit s'inscrire dans une démarche de développement durable et de sobriété énergétique. La Bibliothèque nationale de France (BnF), au travers de son « plan éco-responsable » et du « plan sobriété énergétique », amorce son adaptation en modifiant, en expérimentant ou en recherchant des solutions de conservation plus vertueuses pour l'environnement.

STÉPHANE BOUVET

Ingénieur d'études en conservation,
Laboratoire scientifique de la
Bibliothèque nationale de France (BnF)

VALENTIN ROTTIER

Technicien de recherche en
conservation, Laboratoire scientifique
de la Bibliothèque nationale de France
(BnF)

Un site patrimonial immense... et gourmand

La Bibliothèque nationale de France a pour mission de collecter, de conserver, d'enrichir et de communiquer le patrimoine documentaire national pour les générations futures. Ses activités sont réparties dans sept sites, dont le principal est la bibliothèque François-Mitterrand, conçue par l'architecte Dominique Perrault il y a 30 ans.

La bibliothèque François-Mitterrand est organisée autour d'un socle de 375 m de long. Placées aux quatre angles, s'élèvent des tours de verre en forme d'équerre de 20 étages et de 80 m de haut. 182 magasins dédiés à la conservation pérenne des collections patrimoniales

s'étendent sur 57 000 m² et totalisent 400 km linéaires de rayonnages. Ces magasins de conservation sont situés dans le socle, à proximité immédiate des salles de lecture, et sur les 11 niveaux dans les étages supérieurs de chaque tour. Le bâtiment a une capacité de conservation de 18 millions de documents.

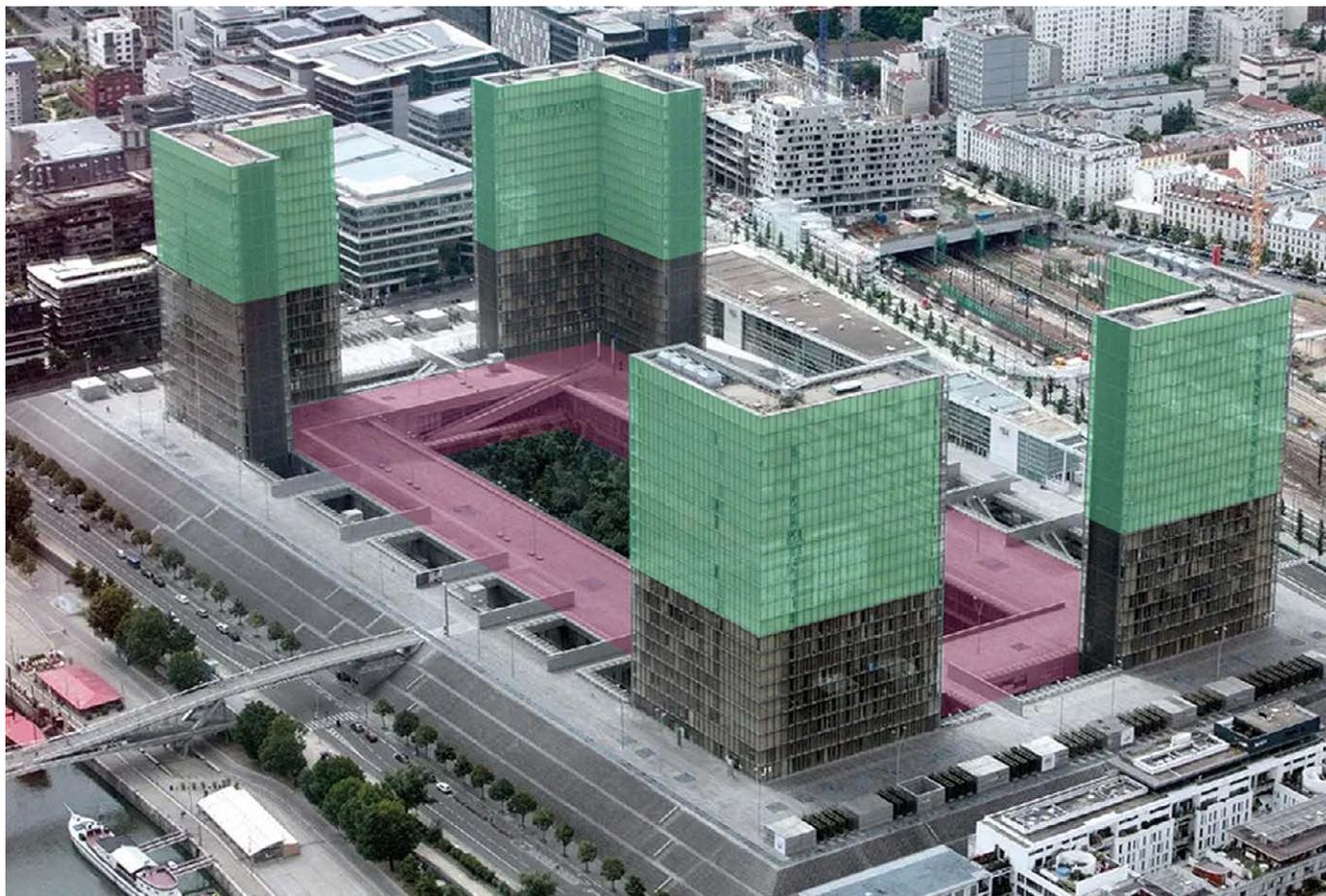
Cet écrin patrimonial est un grand consommateur d'énergie : sa consommation annuelle correspond à celle d'environ 10 000 maisons de 100 m² bien isolées. Aussi, dès 2006, pour des raisons économiques et de développement durable, des solutions techniques sont trouvées par les gestionnaires du bâtiment. Elles portent sur les éléments les plus énergivores¹, par exemple des coupures sur les centrales d'air

1. Les installations de climatisation sont alimentées via une production thermofrigorifique d'une puissance de 16 MW.



Bibliothèque nationale de France,
site François-Mitterrand
à Paris, 17 mai 2022.

© Arthur Weidmann, CC BY-SA 4.0 (https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Biblioth%C3%A8que_Mitterrand_Mai_2022.jpg)



© Loïc Venance - AFP

Implantation des magasins de conservation à la Bibliothèque nationale de France, site François-Mitterrand.

Cet écrin patrimonial est un grand consommateur d'énergie : sa consommation annuelle correspond à celle d'environ 10 000 maisons de 100 m² bien isolées.

surdimensionnées dans les salles de lecture et des améliorations technologiques du fonctionnement des pompes des groupes frigorifiques.

D'autres actions ont été menées en 2010, contribuant à poursuivre cette courbe descendante de la consommation d'énergie : remplacement des éclairages énergivores (sources halogènes) par des solutions plus économes (par exemple LED), mise en place de nouvelles technologies plus performantes et moins consommatrices (ascenseurs, tours aéroréfrigérantes, groupes froid, etc.).

À la suite du « décret tertiaire² » qui impose une baisse de 40 % des consommations d'énergie des bâtiments publics pour 2030, l'établissement a mis

en place son « plan sobriété énergétique » fin 2022. Ce dernier a permis de réduire la consommation énergétique d'environ 18 % en 2023 par rapport à la consommation constatée en 2019 (année de référence), tout en veillant à ne pas perturber les conditions de travail des agents ou d'accueil du public ainsi que la conservation des collections.

En effet, si la majorité des mesures sont appliquées dans les zones de travail ou les zones publiques, certaines ont toutefois pu être mises en place au niveau des magasins de conservation.

Concilier sobriété et conservation

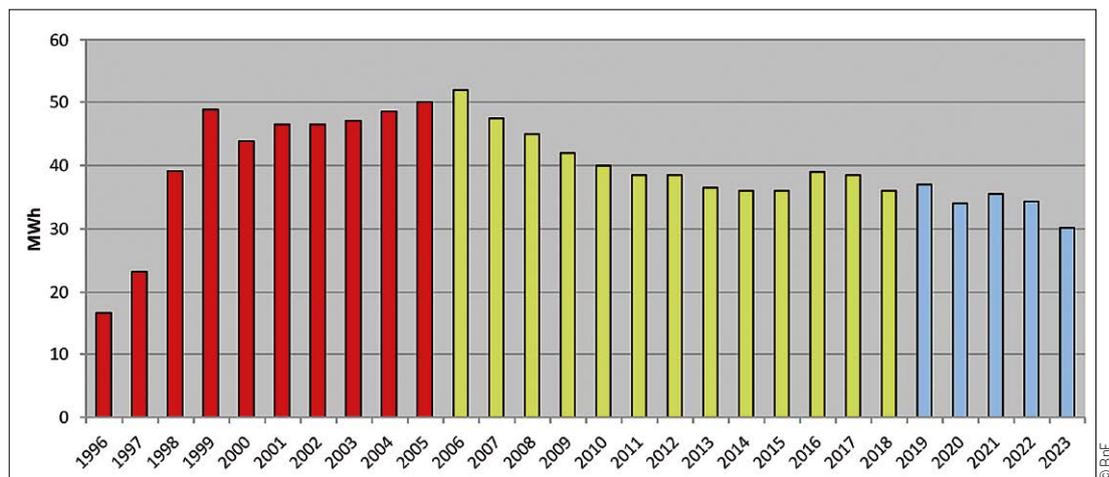
La consommation du site François-Mitterrand pour les magasins de conservation à l'année est égale à 1 915 000 kWh, ce qui ne représente « que » 1,27 % de la consommation globale du bâtiment. Mais chaque action compte, même minime !

Des mesures ont également été appliquées pour réduire le coût énergétique de ces zones de conservation, sous réserve du respect des normes de conservation qui font l'objet d'une surveillance continue.

Dès 2020, à la suite d'essais validés, de nouvelles mesures ont été mises en place pour limiter l'empreinte environnementale de l'établissement et ses dépenses énergétiques. Ainsi, la fourchette de variation de l'humidité relative a été élargie pour tous les magasins sur l'ensemble des sites, passant de 19 °C (± 1 °C) 50 % (± 3 %) à 19 °C (± 1 °C) 50 % (± 5 %).

2. Décret du 23 juillet 2019 relatif aux obligations d'actions de réduction de la consommation d'énergie finale dans les bâtiments à usage tertiaire.

Évolution de la consommation électrique de la Bibliothèque nationale de France, site François-Mitterrand.



Fin 2022, a été mis en œuvre un fonctionnement alternatif des armoires de climatisation : deux heures de fonctionnement, suivies d'une coupure d'une heure dans chaque magasin, soit une coupure de 6 heures sur 24 heures, et ceci sur les 180 armoires des magasins. Cette coupure de 394 200 h/an représente une économie de 748 752 kWh/an, soit environ 25 % d'économie par rapport à un fonctionnement normal et 1,3 % d'économie sur la consommation globale électrique.

Un autre investissement a été opéré : le remplacement progressif des tubes néon classiques par des tubes néons LED sur les rayonnages mobiles (durée de vie plus élevée, consommation moindre et, surtout, aucune émission d'UV). Sur les 9 610 lampes, 10 % ont été changées depuis mars 2023.

Mettre en place des solutions de conservation plus vertueuses pour l'environnement

Si la sobriété énergétique a pu être déployée en tenant compte du contexte d'un bâtiment abritant des collections et en s'appuyant sur le décret tertiaire, d'autres pistes d'éco-conservation sont explorées au travers des actions du laboratoire scientifique du département de la conservation et de groupes de projet externes à la BnF.

Le laboratoire scientifique de la BnF est membre avec le Centre de recherche et de restauration des musées de France (C2RMF), le Centre de recherche sur la conservation (CRC), Grand Patrimoine Loire-Atlantique et l'Atelier de restauration et conservation des photographies de la ville de Paris (ARCP) du Groupe d'action en éco-conservation (GAECO).

À ce titre, il participe au projet Moussaillon³, retenu dans le cadre de la programmation scientifique 2023 de la Fondation des sciences du patrimoine. Ce projet de recherche vise à développer une mousse de calage pour le transport et le stockage des objets patrimoniaux

qui répondra aux besoins des institutions en matière de protection physique et chimique des œuvres, tout en ayant un impact environnemental limité, que ce soit pour sa production ou pour son recyclage. Il s'orientera en priorité vers des mousses composites cellululosiques.

Il est également impliqué dans le projet « Cycle de l'eau » du GAECO⁴, qui s'intéresse à la consommation et la gestion de l'eau dans les ateliers de restauration du patrimoine avec, l'objectif de proposer une réflexion et des outils pour favoriser une gestion plus durable de l'eau dans la conduite des traitements de conservation-restauration.

Par ailleurs, des premiers essais ont également été réalisés en collaboration avec l'atelier de restauration du Département des cartes et plans de la BnF pour utiliser des solvants présentant une alternative aux solvants traditionnels nocifs et polluants et généralement issus de la filière pétrochimique. Certains de ces solvants utilisés sous forme de gel se sont révélés aussi efficaces que des solvants plus traditionnels pour le retrait du vernis nitrocellulosique sur des globes. Ces solvants excluent tout hydrocarbure ainsi que toute substance classée nocive, inflammable ou néfaste pour l'environnement, selon le règlement européen REACH⁵, et privilégient des produits biosourcés.

Conclusion⁶

Issues d'études de cas, d'expérimentations ou de retours d'expériences, de nouvelles pratiques de conservation écoresponsable restent à découvrir. Les solutions trouvées, qu'elles soient de l'ordre de l'innovation technologique ou de la révision des pratiques professionnelles, se mettent peu à peu en place au sein de la Bibliothèque nationale de France. Interdisciplinarité, communication et formation sont les leviers majeurs pour que cette démarche écoresponsable soit la plus efficace possible. ■

3. <https://www.sciences-patrimoine.org/these-moussaillon-2023/>

4. Voir dans ce numéro l'article de Maroussia Duranton, Jane Échinard, Agnès Gall-Ortlík, Bertrand Lavédrine, Eleonora Pellizzi et Romain Perez, « Vers une gestion plus durable et responsable de l'eau dans les activités de conservation-restauration : un projet du GAECO », p. 119.

5. Pour *Registration, Evaluation and Authorisation of Chemicals*. REACH est un règlement européen (règlement n° 1907/2006) entré en vigueur en 2007 pour sécuriser la fabrication et l'utilisation des substances chimiques dans l'industrie européenne. Il s'agit de recenser, d'évaluer et de contrôler les substances chimiques fabriquées, importées et mises sur le marché européen. Au 31 mai 2018, plus de 20 000 substances chimiques sont connues et leurs risques potentiels établis : l'Europe dispose ainsi des moyens juridiques et techniques pour garantir à tous un haut niveau de protection contre les risques liés aux substances chimiques : <https://www.ecologie.gouv.fr/reglementation-reach> (consulté le 15 mars 2024).

6. Tous nos remerciements à Christophe Colonna, Patrice Guichaoua, Eric Melet, Catherine Petit et Jean Claude Rossetti.

Les musées de France, acteurs de la transition écologique

Le 5 décembre 2023, le Service des musées de France (SMF) a organisé au Musée d'Orsay sa rencontre annuelle des musées autour des enjeux de la transition écologique (TE) et de l'engagement des musées de France (MdF) pour un avenir durable. Réduction de l'empreinte carbone de l'activité muséale, initiatives nationales et locales innovantes ont été au cœur des échanges et réflexions.



© Anais Arnoux/Musée d'Orsay

Si le secteur muséal s'est emparé des questions environnementales depuis déjà plusieurs années en les intégrant en partie dans les projets scientifiques et culturels, ce n'est qu'avec un portage politique fort et l'adhésion des équipes que ce changement de paradigme pourra réussir.

Impulser et accompagner le changement : le SMF

S'inscrivant dans le cadre du *Guide d'orientation et d'inspiration pour la transition écologique de la culture*¹, les actions du SMF ont vocation à sensibiliser les musées de France et à les inciter à repenser

leur activité pour réduire les gaz à effet de serre (GES) les consommations énergétiques et sortir progressivement de la dépendance aux énergies fossiles.

Outre les gestes écoresponsables et la mise en œuvre de mesures telles que l'abaissement des températures d'ambiance dans les bâtiments administratifs ou encore le passage en LED et l'arrêt de l'éclairage nocturne, il est possible de répondre aux objectifs de sobriété énergétique au cœur même des salles d'exposition et des réserves muséales, sans pour autant dégrader les conditions de conservation des collections.

Rencontre annuelle des musées de France, table ronde « Comment engager la transition écologique ? », 5 décembre 2023. De gauche à droite : Estelle Guille des Buttes, Virginie Donzeaud, Karine Duquesnoy, Arnaud Robinet, Georges Magnier, Émilie Girard, Bruno David, Stefano Arnaldi.

CÉLINE CHANAS (CC)

Conservatrice en chef, directrice du Musée de Bretagne, Rennes Métropole

GAËLLE CROUAN (GC) (COORDINATION DE L'ARTICLE)

Cheffe du Bureau de l'expertise architecturale, muséographique et technique, Direction générale des patrimoines et de l'architecture, Service des musées de France, Sous-direction de la politique des musées, ministère de la Culture

VIRGINIE DONZEAUD (VD)

Administratrice générale adjointe, Établissement public du Musée d'Orsay et du Musée de l'Orangerie - Valéry Giscard d'Estaing

GEORGES MAGNIER (GM)

Conservateur du patrimoine, directeur des Musées de Reims, Ville de Reims

1. <https://www.culture.gouv.fr/Thematiques/Transition-ecologique/Guide-d-orientation-et-d-inspiration-pour-la-transition-ecologique-de-la-culture>

2. <https://www.culture.gouv.fr/Thematiques/Musees/Pour-les-professionnels/Construire-un-musee/Gerer-le-climat/Conserver-les-collections-des-musees-de-France-dans-un-contexte-de-sobriete-et-de-transition-energetiques>
3. Décret n° 2020-887 du 20 juillet 2020 relatif au système d'automatisation et de contrôle des bâtiments non résidentiels et à la régulation automatique de la chaleur (BACS pour *Building Automation & Control Systems*): <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000042128488/>

Le SMF a identifié et publié² un certain nombre de leviers à effets immédiats visant notamment à mieux gérer le climat et adapter le débit d'air neuf selon le nombre de visiteurs. Ainsi, le principe d'un maintien, toute l'année, d'une même température et d'une même humidité relative cibles est désormais révolu.

Au-delà de la stabilité climatique, il est désormais nécessaire d'intégrer, de manière globale, les questions environnementales dans la vie et le fonctionnement des musées. L'enjeu principal réside essentiellement dans la formation des équipes et la maintenance des équipements techniques qui doit être adaptée, régulière et correctement planifiée pour éviter toute surconsommation énergétique. Aussi, l'évolution des équipements techniques (telle qu'une gestion technique du bâtiment conforme au décret BACS³) et du bâti (isolation thermique, étanchéité à l'air...) doit faire partie intégrante de l'équation.

Par ailleurs, il est indispensable d'identifier et de mesurer les impacts de l'ensemble des activités sur l'environnement pour élaborer des plans d'action adaptés. En partenariat avec le Conseil international des musées (ICOM) en France et la haute fonctionnaire à la transition écologique et au développement durable du ministère de la Culture, nous souhaitons plus particulièrement accompagner sur l'ensemble du territoire les petits et moyens musées de France, non soumis à l'obligation réglementaire de réaliser un bilan carbone, pour qu'ils se dotent d'un outil adapté à leur spécificité. Dans cette perspective, un bureau d'études a été missionné en 2024 par ICOM France pour élaborer des référentiels carbone qui permettront de modéliser les émissions de gaz à effet de serre (GES) par typologie de musées et de collections.

Enfin, au sein de la Direction générale des patrimoines et de l'architecture, nous travaillons avec

des experts et des professionnels du secteur sur des thématiques transversales telles que l'écoconception des expositions, les performances énergétiques du bâti ancien, la biodiversité, la « conservation verte » ou encore la sobriété numérique. Des pistes de progression ont d'ores et déjà émergé, elles permettront de repenser les processus, les modèles et les comportements de chacun (professionnels et visiteurs), voire de modifier finement ou en profondeur les métiers.

GC

Agir sur les pratiques et les imaginaires : les musées d'Orsay et de l'Orangerie

Les musées d'Orsay et de l'Orangerie portent la responsabilité de préserver, de valoriser et de transmettre le patrimoine universel dont ils ont la charge, pour les générations actuelles et futures. Pour remplir cette mission, une question les guide : quel dialogue existe-t-il entre nos musées et la société qui les entoure ?

Nos musées sont ouverts sur le monde ; nos collections résonnent avec les enjeux sociétaux contemporains. Les œuvres présentées racontent le XIX^e siècle : mondialisation, développement de l'industrie, droits des femmes... Tous ces sujets font écho aux débats d'aujourd'hui ; c'est ce qui fonde notre démarche et notre envie d'avoir une politique engagée dans ces domaines.

Cette volonté est incarnée par notre politique de responsabilité sociétale, qui intègre, outre les enjeux sociaux, une démarche de transition écologique recouvrant l'ensemble des activités de nos deux musées.

Sobriété énergétique, décarbonation, économie circulaire : ce triple mot d'ordre a déjà conduit à de grandes transformations, dans tous nos métiers. Nous avons réduit nos consommations énergétiques de 25 % depuis 2019 et nous irons plus loin avec

« Pastels. De Millet à Redon », exposition entièrement écoconçue présentée au Musée d'Orsay du 14 mars au 2 juillet 2023.



de grands travaux de rénovation prévus sur nos bâtiments. Nous avons réalisé notre bilan carbone et nous visons une réduction de 30 % de nos émissions de gaz à effet de serre (GES) d'ici à 2030, hors déplacements des visiteurs. Nous avons engagé une démarche d'écoconception des expositions qui nous permet aujourd'hui de réutiliser la majeure partie de nos scénographies. Nous construisons une politique de gestion des collections face à l'urgence écologique, intégrée à notre projet scientifique et culturel.

Notre responsabilité est double : faire rayonner les collections et les partager avec le plus grand nombre, tout en limitant l'impact environnemental de nos activités. C'est cette recherche constante d'un équilibre qui guide l'ensemble de nos actions. Pour cela, il faut pour les équipes établir une nouvelle manière de penser et d'agir, en intégrant peu à peu un « réflexe environnemental » dans la conception de chacun des projets. Comment éviter un impact sur le climat et les écosystèmes ? S'il ne peut être évité, comment le réduire ? Et en dernier recours, comment peut-il être compensé ? En intégrant ces changements de perspective dans l'ensemble des projets, l'établissement travaille pas à pas à transformer les pratiques à grande échelle.

Ce parti pris facilite aussi l'appropriation des enjeux par les équipes. Si elles sont en attente de cette évolution, c'est néanmoins une véritable métamorphose du secteur qui se dessine, dans laquelle elles doivent être accompagnées.

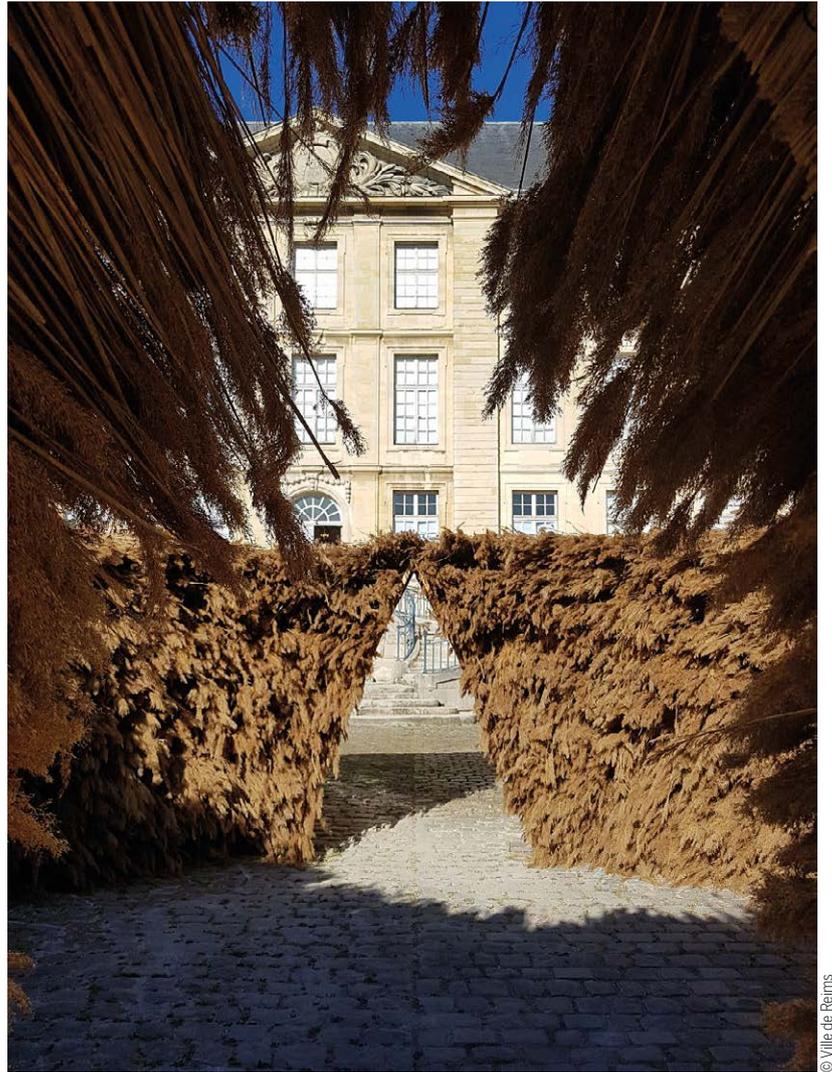
Cette importance donnée à la transition écologique et sociale comme vecteur d'implication, de cohésion interne et de sens est au cœur de la démarche. Ce sont tous les agents qui participent à la transformation des pratiques et ce sont tous les agents qui en bénéficient, tout autant que la société dans son ensemble.

Loin d'être replié sur ses collections, un musée évolue avec le contexte qui l'entoure. S'engager sur les défis écologiques et sociétaux est essentiel pour parler aux publics d'aujourd'hui, tant à travers des transformations opérationnelles que par l'intégration de ces enjeux dans la programmation scientifique et culturelle. C'est dans cet objectif que nous avons récemment donné la parole à Camille Étienne dans le cadre d'une nouvelle programmation culturelle dédiée aux enjeux sociétaux. C'est là la force des musées : pouvoir agir à double titre, sur les pratiques et sur les imaginaires.

VD

Avoir une approche globale de la transition écologique en collectivité : Reims et ses musées

La Ville de Reims a engagé une démarche volontariste de transition écologique (TE) articulée autour du projet de ville « Reims nature », stratégie globale d'écologie urbaine valorisant la qualité de vie environnementale, la rénovation thermique du patrimoine municipal, la construction de nouveaux équipements à haute efficacité énergétique et des projets urbains structurants faisant une large place à la nature (projet « Reims Grand Centre »). La mise en place d'un comité de direction vert concrétise l'intégration des enjeux de TE aux instances de pilotage de la collectivité.



© Ville de Reims

Dans cette dynamique, la Direction de la culture et des patrimoines a souhaité s'affirmer comme pilote, permettant ainsi de positionner la culture, parfois moins priorisée dans la TE, comme un terrain d'expérimentation. Animée par un groupe de travail dédié réunissant chefs de services et d'établissements, cette démarche appuie l'important effort sur le réemploi du matériel scénographique dans les espaces d'exposition et une programmation culturelle estivale qui a permis de faire évoluer le rapport des habitants à la ville en proposant notamment des piétonnalisations éphémères et une offre culturelle en extérieur investissant les espaces naturels urbains.

Afin d'apporter leur contribution à cette dynamique globale, les musées de Reims se sont engagés dans la rédaction d'un plan de TE 2024-2030. Le lancement de cette démarche a été marqué par une saison muséale « Les musées se mettent au vert » en 2022, mêlant commandes artistiques, expositions et conférences questionnant les relations entre les humains et leur environnement sur la longue durée, programmation de nombreux ateliers jeune public consacrés à la question du réemploi et du recyclage et mise en valeur des espaces naturels entourant les musées. Par-delà son impact sur les publics, cette saison a permis de mobiliser l'équipe des musées

Atelier Faber, « Rausa », installation monumentale écoconçue en roseaux, cour d'honneur du Musée Saint-Rémi, 2022.



Les futures réserves muséales, vue de façade en « béton de terre » ou terre coulée.



Supports en Dibonds® ou équivalent.

autour des enjeux environnementaux en valorisant d'abord ses savoir-faire (expositions, recherche, actions culturelles).

Cette démarche s'est poursuivie par l'établissement du bilan carbone des musées, confié en 2023 à la société Climat Mundi. Ce bilan, élaboré avec une dizaine d'agents référents au sein des musées, a permis de mesurer les postes d'émissions de GES et d'établir un plan d'actions priorisé, soulignant la place essentielle du déplacement des visiteurs, de la consommation énergétique des bâtiments et des achats dans l'empreinte carbone muséale, ou encore le fort impact du transport d'œuvres par avion dans la politique des prêts.

Les ateliers conduits par des groupes de travail autour de la relation aux visiteurs, des écogestes et des pratiques métiers permettent une appropriation progressive de ces enjeux par l'équipe muséale, l'objectif final d'une telle démarche étant l'intégration naturelle des enjeux environnementaux dans tous les projets conduits par les musées et la mesure régulière des progrès grâce à un ensemble d'indicateurs construits et appropriés en commun.

GM

Changer de paradigme au Musée de Bretagne : d'une démarche ancrée dans l'ADN des musées de société à l'effet levier d'une politique culturelle en transition

Le Musée de Bretagne, en tant que musée de société adhérant au réseau de la Fédération des écomusées et musées de société (FEMS), porte de longue date les enjeux d'un récit et d'une action ancrée sur son territoire, au bénéfice de ses habitants et des ressources qui le constitue.

On pourrait presque dire que cette ambition écologique et sociale est constitutive du projet du musée, qu'elle figure dans son ADN. Ainsi, l'attention portée au territoire, à ses acteurs et à ses ressources a traversé au fil du temps l'ensemble des actions : projets de collecte menés avec des habitants, expositions menées en coopération sur tout le territoire breton du temps de l'association Buhez⁴, itinérance, prêt ou réemploi des structures de ces mêmes expositions...

Dans les choix de ses thématiques d'exposition, le musée a toujours porté les enjeux de récits d'échelles emboîtées, portant attention au fait social et sociétal, donnant aussi la parole à des minorités ou à des communautés, portant son intérêt vers de nouveaux objets patrimoniaux. Pêle-mêle, citons les expositions sur les marées noires, les boat people, les Inuits en collaboration avec le Musée de la civilisation de Québec ou plus récemment sur les migrations.

Si la sémantique a évolué, l'ambition écologique et sociale s'inscrit aussi dans un nouveau cadre, défini par notre collectivité de tutelle, Rennes Métropole. L'adoption du « Plan climat air énergie territorial » a porté une double ambition : la perspective d'un territoire post-carbone qui oblige à diviser par deux les émissions de GES par habitant à l'horizon 2030 et l'association de tous les acteurs pour faire face à ce défi. Depuis 2017, la Direction de la culture a coconstruit un plan d'actions avec les acteurs, avec 6 grands objectifs : favoriser la prise de conscience collective ; concevoir œuvres et événements de façon écologique ; concevoir et faire fonctionner les bâtiments culturels de façon écologique ; verdir nos mobilités culturelles ; rendre nos pratiques numériques plus sobres ; ralentir et renoncer.

La longue expérience de réemploi de ses mobiliers muséographiques, de participation des publics ou de réflexion sur le tri dans le cadre de chantiers des collections nous amène aujourd'hui à expérimenter de nouvelles manières de faire, dans une approche systémique, à tous les stades de l'action muséale. Les grands chantiers portés par le musée, comme ses nouvelles réserves muséales ou l'évolution du parcours permanent, sont autant de chantiers concrets mais aussi expérimentaux où nous pourrions prouver notre capacité à faire évoluer l'action muséale.

Par ailleurs, dans le cadre du projet d'établissement des « Champs libres », chaque nouveau projet est questionné à l'aune de ces enjeux : des petits gestes du quotidien à la mise en œuvre de démarches structurantes et d'interventions plus lourdes sur le bâtiment, la question des transitions occupe l'espace central du projet pour inventer collectivement un futur désirable⁵.

4. Créée en 1978 à l'initiative de Jean-Yves Veillard, directeur du Musée de Bretagne, l'association Buhez (« la vie » en breton) a été visionnaire et précurseur dans la structuration d'un réseau, les échanges réciproques des moyens entre les structures et la solidarité en matière d'équipements.

5. Depuis 2022, l'événement *Nos futurs* donne ainsi la parole à la jeunesse et confronte les points de vue entre générations sur des sujets du moment tels que la liberté des femmes, les discriminations, l'urgence climatique, l'urbanisme, la biodiversité...

Les bibliothèques dans la transition écologique : à la recherche de la donnée

Sans prétendre résoudre à elles seules la triple crise planétaire – changement climatique, pollution et perte de la biodiversité –, les bibliothèques s’interrogent sur leurs missions et sur leur fonctionnement. Une concertation lancée en janvier 2023 par le ministère de la Culture avec l’ensemble de ses partenaires (bibliothèques territoriales et universitaires, associations professionnelles) a permis de déterminer un certain nombre d’actions concrètes à déployer autour de quatre grands thèmes : les financements et la réglementation, la formation et les compétences, la médiation et la communication, les collections et la politique documentaire.

Alors que la plupart des politiques publiques liées à la transition écologique se construisent sur la base de données comparatives et d’un objectif de réduction à court, moyen ou long terme (très souvent lié aux émissions de CO₂), il est apparu que les bibliothèques ne sont pas toujours bien équipées, s’agissant de la récolte de ces données permettant de se situer, de se comparer, de se valoriser et d’agir concrètement.

En s’appuyant sur des études, les bibliothèques, en tant que services publics, peuvent définir des stratégies de réduction de leur impact écologique : c’est le cas pour les projets immobiliers, qui ont des conséquences significatives sur la consommation d’énergie à l’échelle d’une collectivité. Des priorités plus sectorielles peuvent également être mises en place.

Se situer grâce à la donnée : le cas des projets immobiliers

Le bâtiment est le premier secteur consommateur d’énergie. La réglementation en vigueur qui concerne les bibliothèques, en tant qu’équipements publics, cible principalement la réduction des émissions de gaz à effet de serre, en élaborant des indicateurs de départ et des objectifs à atteindre. Ces indicateurs prennent en compte un certain nombre de facteurs : surfaces de référence, fichiers météorologiques, scénarios d’occupation des espaces, choix des matériaux, équipements...

C’est le cas des normes relatives aux constructions neuves (Réglementation environnementale 2020¹) et aux rénovations (Décret tertiaire qui s’applique aux bâtiments à usage tertiaire de plus de 1 000 mètres carrés²). Pour chaque typologie de bâtiment, un point de départ représentatif est déterminé, ainsi qu’un point d’arrivée réaliste sur la base de projections de consommation.

La concertation entre professionnels a permis de constater le manque de travaux de recherche ou de données fiables en la matière pour élaborer ces politiques publiques. Plus spécifiquement pour les bibliothèques, la variété du statut des bibliothèques, tantôt rattachées à des communes, à des intercommunalités,

JOHANNA OUAZZANI

Chargée de mission Dotation générale de décentralisation et aménagement du territoire, Direction générale des médias et des industries culturelles, Service du livre et de la lecture, Département des bibliothèques, Bureau de la lecture publique



© Photographie : Charlotte Hénard (CC-BY-SA)

1. La Réglementation environnementale (RE) 2020 est la nouvelle réglementation énergétique et environnementale de l’ensemble de la construction neuve. L’État, avec l’aide des acteurs du secteur, a lancé un projet inédit pour prendre en compte dans la réglementation non seulement les consommations d’énergie, mais aussi les émissions de carbone, y compris celles liées à la phase de construction du bâtiment. L’enjeu est donc de concevoir et de construire les futurs lieux de vie des Français en poursuivant trois objectifs majeurs : un objectif de sobriété énergétique et une décarbonation de l’énergie ; une diminution de l’impact carbone ; une garantie de confort en cas de forte chaleur.
2. Décret n° 2019-771 du 23 juillet 2019 relatif aux obligations d’actions de réduction de la consommation d’énergie finale dans des bâtiments à usage tertiaire : <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000038812251> (consulté le 20 mars 2024).

Médiathèque José Cabanis, Toulouse.

3. <https://www.alec-montpellier.org/collectivites/quelle-facture-denergie-et-deau-pour-nos-espaces-et-batiments-publics/> (consulté le 20 mars 2024).

4. Voir l'étude publiée en février 2024 de l'Observatoire des finances et de la gestion publique locale (OFGL) : https://www.collectivites-locales.gouv.fr/files/Accueil/Etudes%20et%20statistiques/OFGL/2024/OFGL_Cap_sur_23_Biblioth%C3%A8ques_VF.pdf (consulté le 20 mars 2024).

5. Parmi d'autres, voir l'étude de mars 2019, *Comment apprécier les effets de l'action des bibliothèques publiques ?* https://www.culture.gouv.fr/content/download/209597/file/DGMIC-2019-03-Impact-OPC-complet-1_def.pdf (consulté le 20 mars 2024).

à des départements, à des universités, tantôt à l'administration centrale, entraîne la dilution des données propres aux bibliothèques dans le cadre d'un suivi technique plus global, de manière plus marquée encore s'agissant d'équipements mutualisés ou intégrés à des ensembles importants dont les tutelles ont la charge.

En lien avec d'autres services du ministère (archives, musées), un important travail de recensement des données de consommation par type d'espaces de bibliothèques est à l'œuvre pour contribuer à l'élaboration de normes qui vont s'imposer pour les futurs projets immobiliers. Parallèlement, en 2024, le ministère de la Culture conduira une étude d'évaluation des besoins financiers de la rénovation du parc immobilier de l'ensemble des bibliothèques territoriales.

S'évaluer, pour se comparer ?

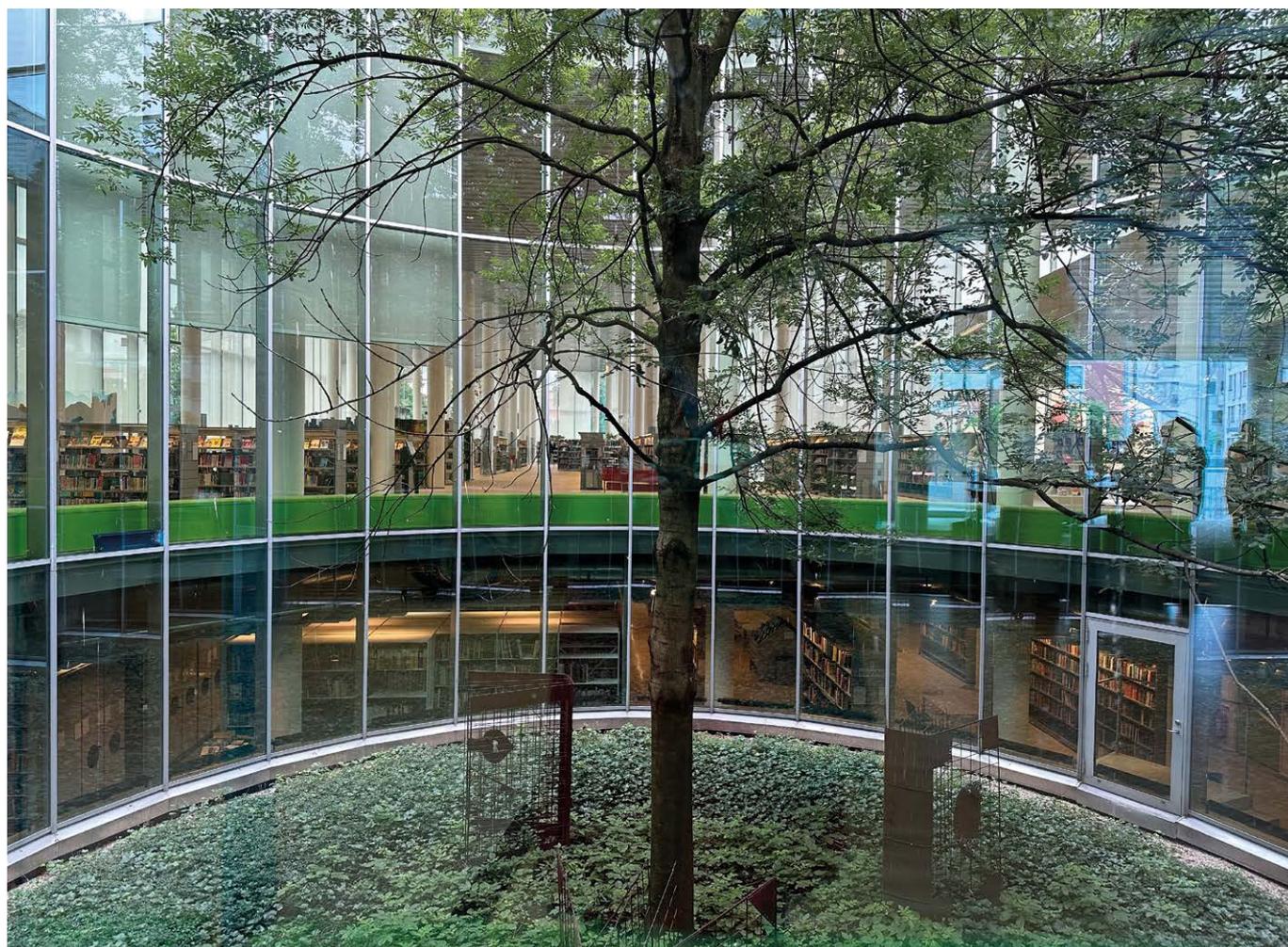
Les discussions de la concertation ont également fait émerger le besoin de récolter des données afin de pouvoir se comparer. L'évaluation peut aussi devenir un outil de valorisation ou de communication.

L'Agence locale de l'énergie et de l'eau de Montpellier Métropole a par exemple estimé que les médiathèques coûtent 1 € par habitant en énergie et en eau, sur les 37 € pour l'ensemble des espaces et des bâtiments publics, dont près d'un quart est dédié à

De nombreux secteurs culturels ont mis en place des calculateurs d'impact carbone (pour le cinéma, la musique, le spectacle vivant...), toujours dans l'objectif de pouvoir établir des données, de mieux comprendre l'impact de son activité et d'établir des objectifs de réduction des émissions.

l'éclairage public³. Si plusieurs études existent pour quantifier le coût des services⁴, d'autres s'attachent en parallèle à calculer les retombées économiques et sociales positives des bibliothèques⁵.

Bibliothèque de Halmstad, Suède.



© Charlotte Hénard (CC-BY-SA)

Les modalités de calcul de l'impact carbone

Le calcul de l'empreinte carbone des véhicules

© Anne-Sophie Delorme (consultante senior KPMG Secteur public) et Philippe Emmanuel Goussard (directeur KPMG Secteur public)

Modalité de desserte	Mode de calcul	Sources
<p>Déplacement de la BCA en bus (bibliobus & vidéomusibus)</p> <p><i>Scope 1 (empreinte carbone de la BCA dans le cadre de l'activité de desserte)</i></p>	<p>Ratio à partir de 2 données :</p> <ul style="list-style-type: none"> Impact carbone sur l'utilisation annuelle du véhicule : Nombre de kilomètres parcourus / an¹, consommation (litres / 100 km)¹ et émissions carbonées au litre (kg / CO₂)² Impact carbone sur la fabrication du véhicule : empreinte de la fabrication unitaire du véhicule³, lissée sur 15 ans d'utilisation 	<ul style="list-style-type: none"> 1 : données technique Conseil départemental 2 : Emissions Analyse coûts bénéfiques des véhicules électriques du Commissariat général au développement durable (Octobre 2018) 3 : Empreinte carbone de la fabrication unitaire d'un bus : ADEME 4 : Voir modalités de calcul ci-après 5 : GRDF, Comparatif d'émissions de CO₂ de plusieurs carburants (sur la base d'indicateurs de l'étude ACV de l'IFPEN de 2019 et sur les valeurs de base carbone de l'ADEME). NB : Prise en compte pour cet indicateur du coût carbone de fabrication et d'utilisation.
<p>Déplacement de la BCA en véhicules de navette (Master & Jumpy)</p> <p><i>Scope 1 (empreinte carbone de la BCA dans le cadre de l'activité de desserte)</i></p>	<p>Ratio à partir de 2 données :</p> <ul style="list-style-type: none"> Impact carbone sur l'utilisation annuelle du véhicule : Nombre de kilomètres parcourus / an⁴, consommation (litres / 100 km)¹ et émissions carbonées au litre (kg / CO₂)² Impact carbone sur la fabrication du véhicule : empreinte de la fabrication unitaire du véhicule³, lissée sur 15 ans d'utilisation 	
<p>Déplacements des bibliothèques</p> <p><i>Scope 2 (empreinte carbone des bibliothèques du réseau dans le cadre de l'activité de desserte)</i></p>	<p>Multiplication de 2 données :</p> <ul style="list-style-type: none"> Nombre de kilomètres parcourus par an par les bibliothécaires pour se rendre à la BCA et réaliser des échanges de documents⁴ Emissions moyennes au km d'un véhicule en France⁵ 	

Étude KPMG conduite pour le département des Côtes-d'Armor, 2023.

De nombreux secteurs culturels ont mis en place des calculateurs d'impact carbone (pour le cinéma, la musique, le spectacle vivant...), toujours dans l'objectif de pouvoir établir des données, de mieux comprendre l'impact de son activité et d'établir des objectifs de réduction des émissions. Un outil spécifique aux bibliothèques pourrait utilement être financé dans le cadre de l'appel à projets « Alternatives vertes » du ministère de la Culture.

Utiliser la donnée pour établir des priorités stratégiques

Qu'il s'agisse de la politique immobilière, d'une stratégie de sobriété numérique ou de la mise en place d'une politique documentaire plus écologique, les bibliothèques doivent établir des priorités stratégiques.

À titre d'exemple, la bibliothèque départementale des Côtes-d'Armor a conduit une étude prospective de la desserte documentaire et des modalités de territorialisation en 2023 avec KPMG France. Les objectifs de cette étude étaient d'évaluer et d'élaborer les scénarios opérationnels de la desserte documentaire départementale. Le département a souhaité comparer l'empreinte carbone du transport de documents dans le réseau des bibliothèques (la navette documentaire), grâce à des véhicules utilitaires, avec celle d'un seul camion. En effet, la mutualisation des ressources documentaires et leur mise à disposition des petites

bibliothèques demeurent une de leurs missions fondamentales. Les modalités de calcul de l'empreinte carbone ont été déterminées grâce aux données d'un tableau (voir ci-dessus). Les résultats de cette étude intégreront le Schéma départemental du développement de la lecture publique.

Dans la continuité du *Guide d'orientation et d'inspiration pour la transition écologique de la culture*⁶ publié en décembre 2023, le ministère publiera la restitution des travaux sur les bibliothèques courant 2024. Cette synthèse ouvre notamment des perspectives pour intégrer la dimension écologique à toutes les dimensions du fonctionnement d'une médiathèque: collections et fin de vie des documents, sobriété numérique, mobilier, formation, médiation culturelle...

Conclusion

Au-delà de la question centrale des données, la conduite d'études complémentaires sera indispensable pour accompagner les acteurs du secteur. À titre d'illustration, il est possible de légitimement s'interroger sur le fonctionnement des bibliothèques comme lieux d'accueil dans des conditions climatiques extrêmes, en cas d'hivers très froids ou d'étés caniculaires. Faut-il repenser les projets immobiliers et les services des bibliothèques pour qu'elles deviennent de véritables refuges climatiques comme cela est parfois déjà le cas aux États-Unis? Quels impacts cela aurait-il sur l'organisation interne des bibliothèques? ■

6. <https://www.culture.gouv.fr/fr/Thematiques/Transition-ecologique/Guide-d-orientation-et-d-inspiration-pour-la-transition-ecologique-de-la-culture> (consulté le 20 mars 2024).

Faut-il repenser les projets immobiliers et les services des bibliothèques pour qu'elles deviennent de véritables refuges climatiques comme cela est parfois déjà le cas aux États-Unis?

Documenter l'impact environnemental du livre et de la presse numériques en bibliothèque de lecture publique

Les ressources numériques en bibliothèques de lecture publique sont riches et diversifiées : autoformation, films, musique, presse, livres, etc. Mais les dispositifs par lesquels elles transitent nécessitent des équipements et génèrent des flux de données importants et quotidiens. Leurs conséquences environnementales sont, malgré tout, peu documentées. Une étude conduite de 2023 à 2025 a pour objet de mesurer cet impact et de diffuser des pratiques plus vertueuses.

AUDE INAUDI

Maîtresse de conférences en sciences de l'information et de la communication, Aix-Marseille Université

PRISCILLE LEGROS

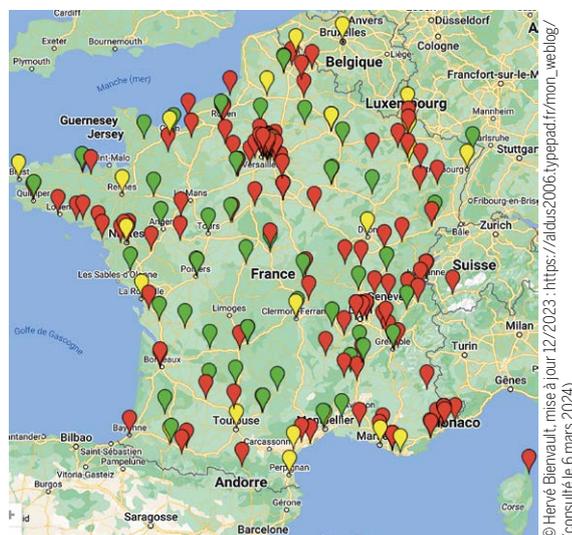
Conseillère en numérique responsable, La boutique numérique

Le secteur des bibliothèques se questionne sur son impact environnemental, à l'instar des travaux du *Shift Project*¹ et de l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME)² sur la culture. L'approche la plus courante se fait par le biais du livre imprimé, de sa fabrication à sa mise à disposition dans des espaces physiques gourmands en énergie carbonée. Pourtant, les outils et les contenus numériques ne sont pas exempts d'effets néfastes. Leur empreinte, bien que majoritairement liée aux matériels des utilisateurs et aux infrastructures des prestataires, est loin d'être neutre.

Aussi, dans le cadre d'un vaste projet de recherche-action, « Décarboner la presse et l'édition³ », une étude plus ciblée documente l'activité propre à la presse et au livre numériques en bibliothèque. Elle a d'ores et déjà permis de décrypter la complexité des architectures techniques et de modéliser les premiers scénarios d'usages pour l'offre de prêt numérique de livres.

Première étape : comprendre l'architecture des bibliothèques numériques

Les bibliothèques de lecture publique en France ont progressivement informatisé⁴ puis numérisé⁵ de larges pans de leurs activités et de leurs collections. Ces évolutions ont été encouragées et soutenues financièrement par différents programmes institutionnels⁶ comme la numérisation des collections patrimoniales (Gallica), les Bibliothèques numériques de référence (BNR) ou le dispositif interprofessionnel Prêt numérique en bibliothèque (PNB)⁷. Aujourd'hui⁸, 83 % des bibliothèques desservant des communes de plus de



Bibliothèques et réseaux de bibliothèques proposant du prêt de livres numériques.

1. <https://theshiftproject.org/>
2. <https://librairie.ademe.fr/dechets-economie-circulaire/5942-evaluation-de-l-impact-environnemental-de-la-digitalisation-des-services-culturels.html> (consulté le 6 mars 2024).
Voir le dossier « Vers la sobriété numérique. Les bibliothèques en action », *Ar(abes)ques*, n° 109, avril-mai 2023 : <https://publications-prairial.fr/arabesques/index.php?id=3365> (consulté le 19 avril 2024).

3. Projet conduit par la SCOP Oxalis, en partenariat avec l'Université de Grenoble-Alpes de 2023 à 2025. L'opération est soutenue par l'État dans le cadre du dispositif « Soutenir les alternatives vertes dans la culture » de la filière des industries culturelles et créatives (ICC) de France 2030, opérée par la Caisse des Dépôts.

4. Alain Jacquesson, *L'informatisation des bibliothèques. Historique, stratégie et perspective*, Éditions du Cercle de la librairie, 1992.

5. Thierry Claerr et Isabelle Westeel, *Manuel de constitution de bibliothèques numériques*, Éditions du Cercle de la librairie, 2013.

6. <https://www.culture.gouv.fr/Thematiques/Livre-et-lecture/Les-bibliothèques-publiques/Numerique-et-bibliothèques> (consulté le 6 mars 2024).

7. <https://pnb-dilicom.centprod.com/documentation/doku.php?id=start> (consulté le 6 mars 2024).

8. <https://www.culture.gouv.fr/Thematiques/Livre-et-lecture/Actualites/Etude-sur-les-ressources-numeriques-en-bibliotheque-de-lecture-publique> (consulté le 6 mars 2024).

20 000 habitants proposent des contenus numériques, et 21 % du budget des ressources documentaires leur est alloué. L'ensemble du territoire est concerné.

La bibliothèque, ou plutôt son double numérique, est le point de rencontre de différents flux de données qu'elle éditorialise, afin d'en permettre l'accès à ses usagers. Son dimensionnement et la complexité de son architecture technique varient avec la vocation et la taille de la bibliothèque (municipale, communale, départementale, etc.) et le nombre d'usagers potentiels. Les contenus sont hébergés sur des serveurs, souvent distants géographiquement (en France ou non), permettant le *streaming* ou le téléchargement, et nécessitent des matériels variés (serveurs, outils de lecture, infrastructures réseaux, etc.). La librairie et son logiciel de commande, le distributeur et sa plateforme, mais aussi le tiers de confiance permettant l'authentification à toutes les étapes, sont autant de postes d'impacts potentiels à prendre en compte. Enfin, cette offre numérique implique toute une vêtue d'outils communicationnels numériques ou imprimés (portail web, *newsletter*, *posts* sur les réseaux, *flyers*, etc.) destinés à assurer l'accompagnement et la promotion de cette offre, à intégrer dans l'empreinte environnementale.

Deuxième étape : élaborer des scénarios d'usage afin de faciliter la mesure d'impact

L'observation et l'analyse des flux, d'un point de vue macro, permettent désormais d'envisager l'évaluation, au niveau micro, de l'impact environnemental d'une lecture numérique suivant différents scénarios d'usage, parmi lesquels :

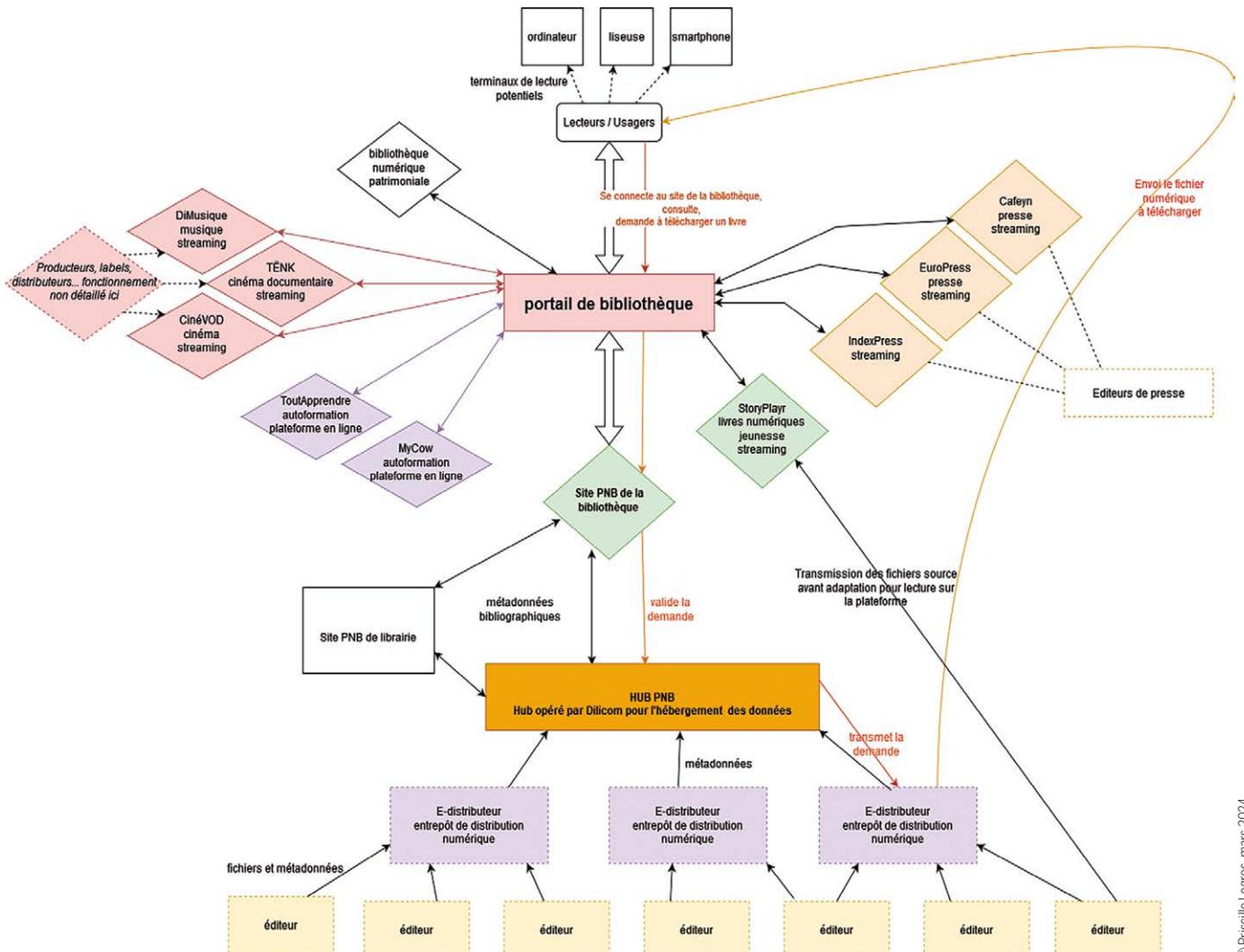
- la lecture d'un livre *via* le système Prêt numérique en bibliothèque (PNB) en se connectant au *wifi* depuis un ordinateur pour le télécharger, puis le transférer sur une liseuse pour lire ;
- la lecture d'un livre *via* le système PNB en se connectant en 4G (ou 5G) depuis un smartphone (ou une tablette) pour télécharger et lire le livre.

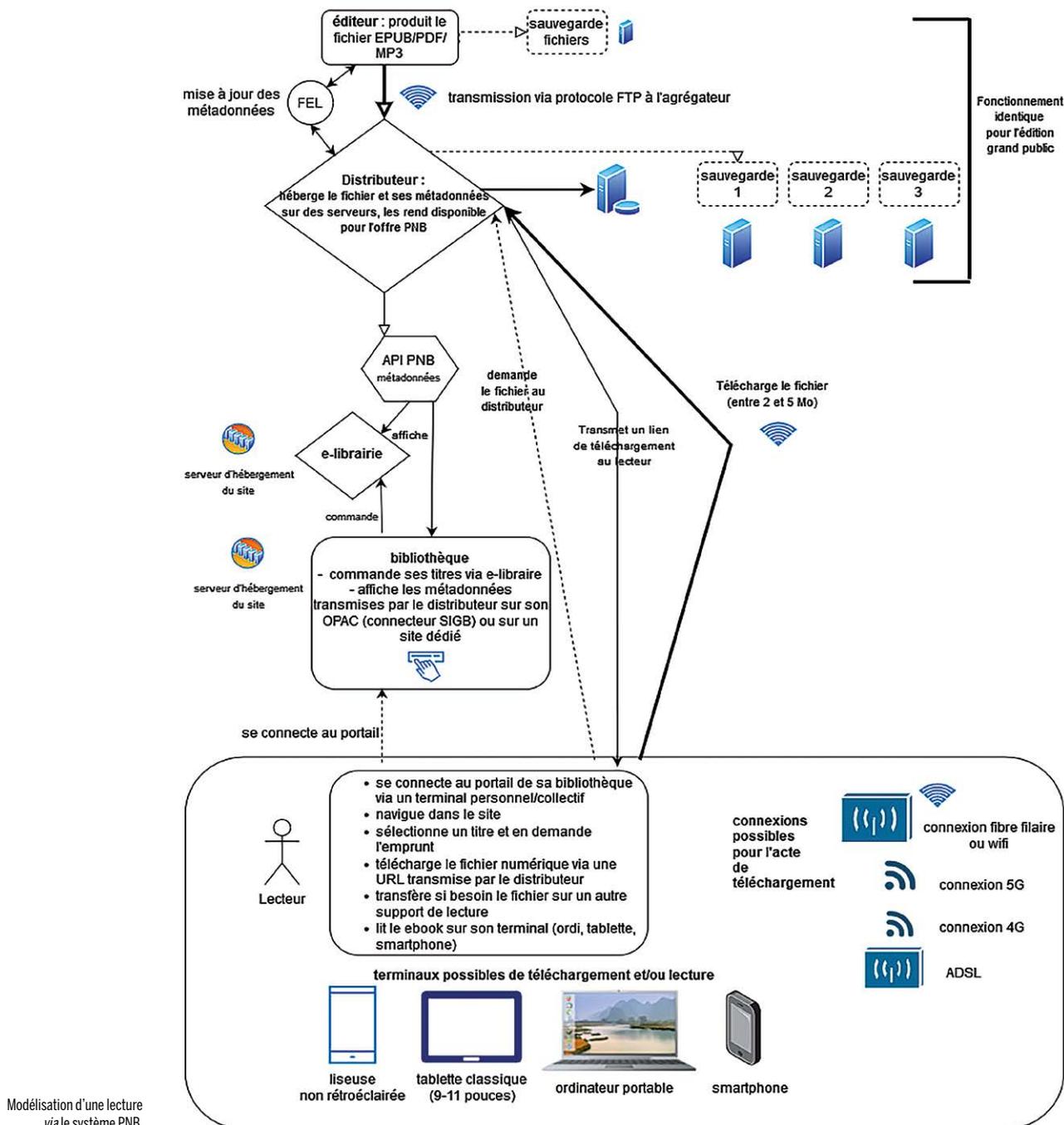
En se basant sur une méthodologie de type « Analyse de cycle de vie attributionnelle » (ACV-A), chaque étape avec le matériel associé (*datacenters*, réseaux et box internet, terminal utilisateur) sera modélisée afin de calculer, au prorata de l'usage, l'impact des équipements.

L'analyse des deux premiers scénarios conduit déjà à plusieurs constats :

- en amont de la chaîne : le transfert de fichiers et de métadonnées entre l'éditeur et le distributeur

Cartographie d'un exemple de bibliothèque numérique.





© Aude Inaudi et Priscille Legros, mars 2024

est identique à celui de la production éditoriale grand public. La seule différence pour le numérique est qu'un éditeur peut recourir à plusieurs distributeurs alors que pour l'imprimé il ne peut en choisir qu'un seul. D'où une redondance possible des fichiers et une augmentation des espaces de stockage;

- en milieu de chaîne : les intermédiaires (*hub* Dilicom⁹, e-librairie, portail dédié de la bibliothèque) concentrent des flux de métadonnées. Leur impact sera à mettre en regard du nombre d'utilisateurs de ces services;
- en aval de la chaîne, des différences non négligeables peuvent apparaître suivant l'outil de lecture de l'utilisateur. Un outil dédié, comme la liseuse, aura potentiellement plus d'impact qu'un outil multifonction, comme un smartphone. Mais son obsolescence, le nombre de livres lus, la complexité

des matériaux qu'elle intègre, etc. devront aussi être pris en compte.

Par la suite, cette modélisation sera aussi effectuée pour la lecture d'un livre, d'un journal ou d'un magazine en *streaming*.

À l'horizon 2025, cette étude devrait apporter un éclairage sur les impacts environnementaux les plus importants des bibliothèques numériques et proposer des préconisations afin de les rendre plus soutenables. En outre, elle devrait permettre de répondre à différents questionnements : la mutualisation de ressources numériques proposées à travers les bibliothèques est-elle à privilégier par rapport aux usages grand public ? Une mutualisation élargie entre les bibliothèques serait-elle pertinente ? Quel est le point de bascule entre usage et impact de ces ressources ? Les dimensionnements techniques de ces dispositifs sont-ils en adéquation avec les usages des lecteurs ? ■

9. Un *hub* est un périphérique réseau reliant différents nœuds de réseau en étoile, au sein d'un réseau Ethernet par exemple. Le projet Prêt numérique en bibliothèque (PNB) a été lancé en septembre 2012 par la société Dilicom, avec l'appui du Centre national du livre (CNL).

La frugalité numérique en bibliothèque publique, une stratégie pour préserver la continuité du service public et réaffirmer l'urgence d'agir

La croissance des émissions en gaz à effet de serre (GES) du secteur numérique pourrait atteindre 8 % des émissions en 2040¹. Secteur support de tous les secteurs d'activités, le numérique n'est pourtant pas documenté dans le rapport du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) et sa dématérialisation rend imperceptibles ses effets sur des écosystèmes en perte de biodiversité, abîmés par la raréfaction de la ressource en eau, l'acidification et l'eutrophisation croissante des milieux.

Les bibliothèques mettent à disposition des publics des services en ligne, du matériel informatique et numérique, elles stockent et proposent en ligne des ressources et des collections patrimoniales, qui représentent des dizaines de téraoctets de données. Les acteurs du numérique conscientisés s'interrogent sur la soutenabilité, à moyen et à long terme, d'une offre de services, soutenue par des budgets d'investissement et associée, sans imaginer de retour en arrière, à une dématérialisation croissante. Comment intègre-t-on alors les enjeux de la transition écologique dans nos politiques de lecture publique ? Écartelée entre perspective de renoncement et continuité du service public, l'offre numérique des bibliothèques doit se repenser au prisme de la frugalité².

Privilégier le matériel reconditionné, sensibiliser les acteurs, donner du pouvoir d'agir aux usagers des bibliothèques

La fabrication du matériel informatique représente 78 % de l'empreinte environnementale³ du numérique. En France, la loi « Anti-gaspillage pour une économie circulaire » (AGEC)⁴ a pour ambition de mettre l'économie circulaire au cœur de la commande publique pour promouvoir la transition écologique. Depuis mars 2021, les acheteurs de l'État et des collectivités territoriales ont l'obligation d'acquiescer certains

produits issus du réemploi ou de la réutilisation ou qui comportent des matières recyclées. Dans les bibliothèques, le renouvellement des postes et du matériel doit mettre l'accent sur l'acquisition de matériel informatique reconditionné, à hauteur de 20 % comme l'exige la loi, voire au-delà si cela est possible. À la clé, les services informatiques et les prestataires d'infogérance doivent s'adapter à cette obligation en développant de nouvelles compétences, en réparation et en maintenance du matériel.



MÉLANIE LE TORREC

Responsable du développement numérique et cheffe de projet Bibliothèque numérique de référence, Bibliothèque municipale de Lyon

1. <https://theshiftproject.org/> (consulté le 20 mars 2024).
2. Voir le dossier « Vers la sobriété numérique. Les bibliothèques en action », *Ar(abes)ques*, n° 109, avril-mai 2023 : <https://publications-prairial.fr/arabesques/index.php?id=3365> (consulté le 19 avril 2024).
3. <https://infos.ademe.fr/magazine-avril-2022/faits-et-chiffres/numerique-quel-impact-environnemental/> (consulté le 20 mars 2024).
4. <https://www.ecologie.gouv.fr/loi-anti-gaspillage-economie-circulaire> (consulté le 20 mars 2024).

Démontage d'un Fairphone 5, montrant ses composants internes, août 2023.
© Fairphone : <https://www.flickr.com/photos/fairphone/53152347626/> (CC-BY-SA-2.0)



© Museum de Singapour, Robs, 2019 - <https://unsplash.com/fr/photos/un-groupe-de-personnes-debout-les-unes-a-cote-des-autres-HOrhCrQsxnQ>

Installation immersive
du Art Science.

Pour ces acteurs supports, mus par des obligations de résultats, une sensibilisation à l'impact environnemental du numérique et aux mécanismes d'émissions de gaz à effet de serre (GES) est incontournable. Donner à voir les conséquences de l'extraction des minerais, de la dégradation des milieux naturels, l'accaparement de la ressource en eau au détriment des droits humains des communautés de ces territoires est une nécessité pour impulser la conduite du changement.

Nul doute que les bibliothèques ont aussi leur rôle à jouer pour faire connaître au grand public le levier d'action incarné par l'achat reconditionné en matière de préservation de l'environnement. Les conférences, ateliers numériques et FabLab, fresques du numérique proposées par la Bibliothèque municipale de Lyon (BmL), œuvrent à ouvrir le débat. Ailleurs, des *repairs cafés*⁵ passent à l'action. Les formats sont nombreux pour partager des connaissances sur la sobriété numérique, permettre l'émergence de réflexions critiques sur la dématérialisation, donner des clés et de bonnes pratiques pour agir. Que les pratiques se déroulent dans un cadre professionnel ou personnel, les enjeux de sensibilisation à l'impact environnemental du numérique sont identiques : comprendre, faire durer, réparer, recycler ensemble.

L'écoconception des services numériques, autre chantier de la frugalité numérique

Depuis 2023, avec l'accessibilité, l'écoconception est au cœur de la refonte du site internet de la BmL.

Cet objectif clé du projet repose sur la recherche d'un juste équilibre entre richesse fonctionnelle, valeur ajoutée et impact environnemental. L'analyse d'un site par un indicateur de performance environnementale, comme EcoIndex⁶, montre que l'écoconception d'un service en ligne peut être améliorée en limitant le poids des pages, le nombre de requêtes, le format des contenus et en se concentrant sur les fonctionnalités essentielles. À cet éloge de la frugalité, il convient d'adjoindre une évolution des pratiques. Des facteurs

EcoIndex montre que l'écoconception d'un service en ligne peut être améliorée en limitant le poids des pages, le nombre de requêtes, le format des contenus et en se concentrant sur les fonctionnalités essentielles.

5. Un *repair café* est un atelier consacré à la réparation d'objets et organisé à un niveau local sous forme de tiers-lieu, entre des personnes qui habitent ou fréquentent un même endroit.

6. <https://www.ecoindex.fr/> (consulté le 20 mars 2024).

internes entrent aussi en jeu pour maintenir l'éco-conception ou l'accessibilité d'un site, en modifiant les pratiques de productions de contenus. La formation continue à ces pratiques de tous les acteurs (rédacteurs, communicants, informaticiens) de la chaîne de production de contenus est indispensable.

Évaluer les effets des services numériques d'une bibliothèque sur un territoire

Enfin, en complément, le bilan carbone des services numériques est un point de départ pour identifier les points d'émissions de GES, mieux dimensionner nos pratiques professionnelles et réorganiser notre action. Il importe cependant de rapporter ces mesures au contexte d'usage de l'offre de service. En effet, comme l'explique le chercheur Gauthier Roussilhe, spécialiste de l'évaluation de la numérisation, il faut distinguer effets directs et indirects du numérique. Les effets directs couvrent le « cycle de vie du numérique », c'est-à-dire l'empreinte environnementale liée à l'extraction de ressources, à la fabrication, au transport, à l'usage et à la fin de vie d'un service numérique et des équipements qui y sont liés. Mais il faut aussi prendre en compte les effets indirects⁷ que produit l'usage de ce service numérique. Ces derniers peuvent être positifs et/ou négatifs d'un point de vue environnemental, en fonction du contexte d'usage de ce service, mais aussi du territoire sur lequel il est utilisé.

L'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME) a justement lancé en février 2024 une étude pour évaluer les impacts directs et indirects de plusieurs solutions numériques, en distinguant

différents cas d'usage : objets connectés (*Internet of Things* – IoT⁸), commerce en ligne, plateforme en ligne de réservation de logement (*AirBnB*)... Cette « évaluation environnementale des effets directs et indirects du numérique » aura vocation à déterminer si la dématérialisation des services des entreprises concernées contribue à la décarbonation de la société.

La mise en œuvre d'enquêtes similaires appliquées au secteur des bibliothèques, sur le bassin de desservi, aurait tout son sens pour éclairer la cohérence des stratégies numériques en lecture publique. Il faut souhaiter leur élargissement au secteur de la culture, dont les contenus constituent 70 % de la bande passante du numérique⁹.

Conclusion

Enfin, pour construire un consensus sur la frugalité des services numériques, il devient indispensable d'arbitrer collectivement nos choix techniques. Pour les bibliothèques, cela implique d'associer les agents, mais aussi les publics, dans la décision, pour assumer ensemble ce qui relève de l'accessoire et ce qui relève de l'intérêt général¹⁰. Alors que « la maison brûle », les bibliothèques doivent, plus que jamais, rester des lieux ouverts pour expérimenter et donner à voir la transition écologique, fût-elle synonyme de renoncement.

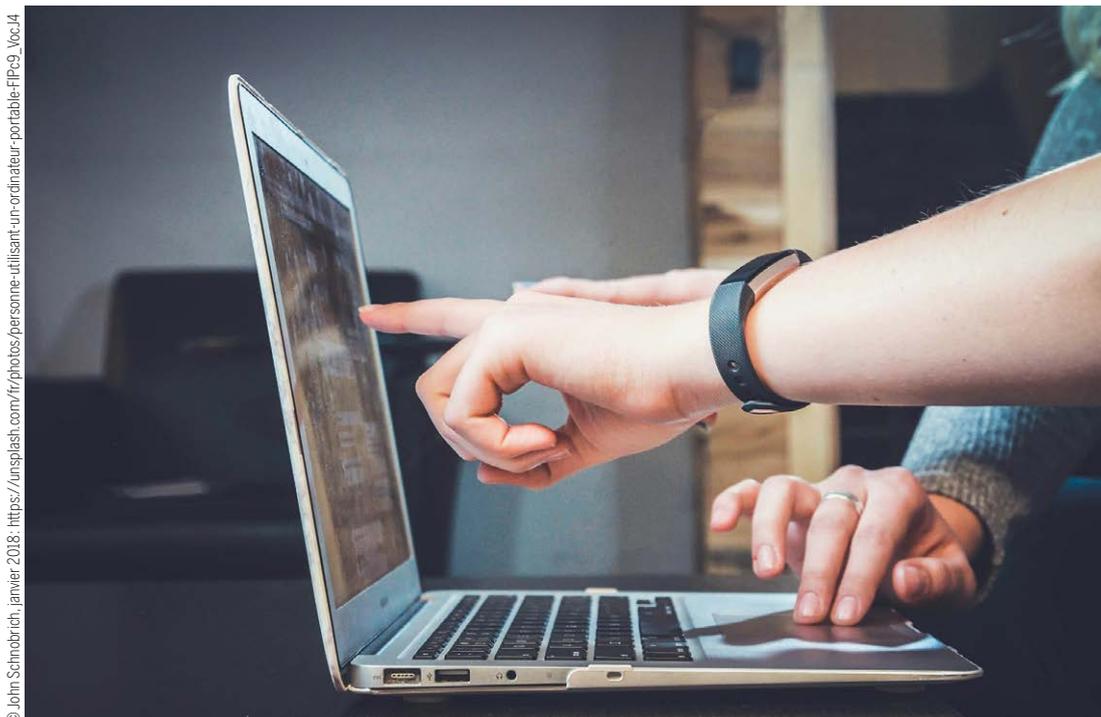
Par ses espaces et ses fonctions, par sa capacité à toucher de larges publics, de tous horizons et de tout âge, les bibliothèques sont aujourd'hui des lieux ressources, tout indiqués pour passer à l'action et construire un nouveau récit du numérique, où la soutenabilité aura valeur d'innovation. ■

7. Gauthier Roussilhe, *Les effets environnementaux indirects de la numérisation*, septembre 2022 : <https://gauthierroussilhe.com/articles/comprendre-et-estimer-les-effets-indirects-de-la-numerisation> (consulté le 20 mars 2024).

8. L'*Internet of Things* (IoT) décrit le réseau de terminaux physiques, les « objets », qui intègrent des capteurs, des *softwares* et d'autres technologies en vue de se connecter à d'autres terminaux et systèmes sur Internet et d'échanger des données avec eux.

9. <https://www.culture.gouv.fr/Actualites/Transition-ecologique-1-2-le-secteur-culturel-sur-la-voie-de-la-sobriete-numerique> (consulté le 20 mars 2024).

10. <https://www.communication-democratie.org/fr/publications/2023-07-04-pour-un-numerique-dinteret-general> (consulté le 20 mars 2024).



© John Schnobrich, janvier 2018 : https://unsplash.com/fr/photos/personne-utilisant-un-ordinateur-portable-FIPe9_VocJ4

Partager des pratiques d'écoconception pour concevoir les services numériques.

Transition écologique, quelle transformation pour les bâtiments d'archives ?

Si, en France, les bâtiments d'archives n'ont cessé d'évoluer depuis plusieurs décennies, les enjeux environnementaux et énergétiques actuels participent activement à leur transformation avec, il est vrai aujourd'hui, un sentiment d'urgence jusqu'alors inconnu.

ALEXIS LEDUC

Architecte DPLG, Conseil, Direction générale des patrimoines et de l'architecture, Service interministériel des archives de France (SIAF), Sous-direction de la collecte, de la conservation et de l'archivage électronique, Bureau de l'expertise numérique et de la conservation durable, ministère de la Culture

Initialement simples dépôts, annexes des lieux de pouvoir, ces établissements spécifiques répondent désormais à une double nécessité : inviter les lecteurs et les visiteurs à franchir l'enceinte de ces lieux de mémoire et assurer, pour une durée indéterminée, la conservation des collections patrimoniales principalement constituées de documents originaux.

D'un côté, lieu de culture ouvert, aux espaces intérieurs baignés de lumière naturelle et aux accueils variés (recherche, expositions, conférences

et pédagogie). Et de l'autre, des magasins fermés dont les volumes importants et aveugles assurent, grâce à la qualité du bâti et au traitement climatique, la protection des fonds patrimoniaux.

La conception de ces édifices répond à un ensemble de préconisations fonctionnelles et techniques, édictées par les Archives de France il y a plus de soixante ans et communément appelées « Règles de base¹ ».

1. « Règles de base pour la construction et l'aménagement des bâtiments d'archives » : <https://francearchives.gouv.fr/fr/article/789326616> (consulté le 25 mars 2024).



Vue aérienne des Archives départementales des Pyrénées-Orientales.

© Atelier des Mathurins architectes

Renforcer les qualités passives des bâtiments

Si les systèmes de traitement d'air actifs restent nécessaires à la bonne conservation des documents et à l'accessibilité des agents, l'approche actuelle vise à renforcer les qualités passives de la construction, afin de stabiliser le climat intérieur en le décorrélant des conditions météorologiques extérieures. À cette fin, l'engagement de la conception architecturale et les qualités constructives du bâti sont primordiaux pour assurer au bâtiment une enveloppe performante et une inertie thermique efficace.

L'enveloppe bâtie est un complexe constructif composé de différentes strates aux fonctions spécifiques : une isolation thermique, de préférence extérieure et épaisse, des membranes d'étanchéité à l'eau et à l'air ainsi qu'une peau extérieure ou vêtue, qui varie selon les matériaux employés (métal, bois, béton, terre cuite ou crue, etc.) et assure à la fois la protection mécanique de l'ensemble et son expressivité architecturale. Afin d'assurer la continuité de l'enveloppe et limiter, selon les saisons, les apports ou déperditions thermiques, l'absence de châssis vitrés dans les magasins de conservation est désormais la règle. L'inertie thermique est liée à la capacité des matériaux de résister aux changements de température. Les matériaux lourds comme le béton, la pierre ou la terre, lorsqu'ils sont isolés, accumulent la chaleur intérieure et, en cas de variation de température, la restituent lentement. Ils permettent ainsi le déphasage de la température. Ces deux notions fondamentales peuvent être complétées par des dispositifs architecturaux tels que la double peau et/ou les protections solaires. La création d'un espace tampon entre deux parois périphériques accroît les qualités d'isolation et

L'engagement de la conception architecturale et les qualités constructives du bâti sont primordiaux pour assurer au bâtiment une enveloppe performante et une inertie thermique efficace.

d'inertie précédemment évoquées et améliore également la protection des locaux contre les risques d'infiltrations. En façade, la conception de débords de volume ou de retraits des châssis vitrés permet de protéger les vitrages du rayonnement solaire. De même, l'installation à l'extérieur de brise-soleil ou d'écran végétaux évite l'échauffement de l'enveloppe et assure, lorsque ces éléments sont ajourés, son rafraîchissement par l'activation d'un phénomène de ventilation par convection naturelle.

Restructuration et extension des Archives départementales des Pyrénées-Orientales

Conçu par l'Atelier d'architecture des Mathurins, ce projet est une réponse efficace au besoin récurrent d'accroissement des capacités de conservation des bâtiments d'archives. L'anticipation foncière préconisée par les *Règles de base* permet d'adapter et d'agrandir les bâtiments existants. Cette solution améliore d'une part le fonctionnement du service et limite d'autre part les démolitions et les reconstructions. Plus

Vue depuis l'entrée des Archives départementales des Pyrénées-Orientales.





© Gauthier+conquet architectes

Vue depuis l'extérieur des Archives départementales du Vaucluse.

économique, elle réduit également les émissions de gaz à effet de serre (GES) et l'imperméabilisation des sols.

La mise en œuvre d'une nouvelle enveloppe sur les bâtiments existants, avec une isolation thermique épaisse, supprime les ponts thermiques et améliore les conditions climatiques intérieures. Dans les magasins, l'obstruction des fenêtres existantes augmente l'étanchéité à l'air des locaux. La nouvelle vêtue, enfin, homogénéise la lecture de l'ensemble architectural tout en distinguant, par la finition mate ou brillante du bardage métallique, la partie neuve de l'ancienne. Au droit de l'entrée principale, les ombrières photovoltaïques assurent à la fois la protection solaire du stationnement des véhicules et la production d'une énergie utilisée en autoconsommation.

Au centre du bâtiment, la salle de lecture est ouverte sur les espaces extérieurs végétalisés où de grands arbres forment un masque solaire qui complète la protection des brise-soleil à lames verticales. Ces éléments architectoniques permettent aux visiteurs d'identifier cet espace emblématique du bâtiment tout en favorisant le confort de lecture et les échappées visuelles.

Construction d'un Pôle de recherche et de conservation du patrimoine Vauclusien

Le projet des architectes Gauthier+Conquet intègre certains principes de conception architecturale et paysagère bioclimatiques. L'implantation de haies protectrices au nord et à l'ouest protège les bâtiments des vents dominants et les espaces de travail sont orientés à l'est. Leurs toitures, recouvertes d'une végétalisation semi-extensive, favorisent la rétention d'eau et la biodiversité, alors que celles des magasins disposent quant à elles de panneaux solaires photovoltaïques.

Le volume aveugle des magasins, sur la gauche, est constitué d'une enveloppe très isolante et étanche. Il est revêtu de bardages de terre cuite vernissée dont les finitions mates ou brillantes donnent aux façades une vibration subtile. Cette enveloppe est doublée à l'intérieur d'une double peau qui forme un espace tampon en périphérie des locaux de conservation. Côté magasin, un voile béton épais et des planchers béton en dalles alvéolées assurent une grande inertie thermique à ce bâtiment.

Au rez-de-chaussée, le débord des volumes supérieurs protège du soleil les grandes baies vitrées des espaces ouverts au public. Ce dispositif est complété le matin par l'effet de masque des refends structurels verticaux blancs. Dans les étages, des brise-soleil en aile d'avion protègent les bureaux des forts apports solaires du sud de la France.

Conclusion

Cette réflexion, si elle témoigne de solutions efficaces et pragmatiques apportées par l'architecture des bâtiments d'archives, ne saurait toutefois s'arrêter là. La situation environnementale inédite qui s'amorce nécessite de continuer la recherche et l'étude d'exemples issus de territoires exposés à des conditions climatiques plus intenses qui pourraient bientôt être les nôtres. Cela nous permettra d'approfondir les connaissances nécessaires à la réalisation de bâtiments encore plus efficaces et économes². D'ici là, ces exemples, à la fois engagés et engageants, nous informent sur les moyens à employer pour réduire nos besoins énergétiques et assurer la pérennité de notre mémoire commune dans un contexte de préservation des ressources et de notre planète! ■

2. Voir Alexis Leduc, « Bâtiments d'archives : conserver durablement », *Patrimoines. La revue de l'Institut national du patrimoine*, « Enjeux environnementaux », n° 18, octobre 2023, p. 110-112.

Pour un outil d'évaluation et de trajectoire carbone des chantiers « monuments historiques »

Le secteur des monuments historiques est engagé dans la décarbonation de son économie. Toutefois, les outils manquent pour en quantifier les objectifs, alors que le bâti ancien est menacé par des approches normatives inadaptées à ses spécificités. La Compagnie des Architectes en chef des monuments historiques (ACMH), associée à un ensemble d'acteurs du secteur, a sollicité le bureau d'études Carbone 4 pour réaliser une étude d'évaluation et de prospective. À partir d'un corpus représentatif, il s'agit d'établir le bilan carbone du secteur des monuments historiques, ses trajectoires d'amélioration et un outil opérationnel d'évaluation diffusable auprès des intervenants sur le bâti ancien.

Comment inscrire les monuments historiques et le bâti ancien dans la Stratégie nationale bas carbone ?

Dans le cadre de la Stratégie nationale bas carbone, la réduction de l'impact du bâtiment dans les émissions de CO₂ est soumise à des objectifs encadrés par la réglementation énergétique sur la construction neuve (RE 2020)¹, avec la mise en place d'outils d'« Analyse de cycle carbone (ACV) ». En revanche, le bâti existant reste encore soumis à une approche strictement énergétique. Des méthodes d'évaluation carbone existent, mais leurs outils sont très inégalement adaptés à l'existant².

Outre la difficulté de tenir compte réellement du temps de durée de vie et du Temps de retour sur investissement carbone (TRC) des matériaux en place, il n'existe pas d'outil permettant de faire la distinction entre différentes natures d'interventions (remplacement, restauration légère, restauration lourde) pour lesquelles l'impact carbone sera pourtant très variable. À ce jour, pour le bâti existant, la mise au point complexe d'outils adaptés de modélisation d'impact carbone par opération apparaît ne pouvoir aboutir que dans un horizon de moyen terme³.

Au sein du corpus bâti général, les édifices anciens et en particulier ceux protégés au titre des monuments historiques présentent des spécificités en matière d'impact carbone. Ils présentent une dépense carbone de construction nulle ou amortie et une dépense de déconstruction très faible puisqu'ils n'ont pas vocation

à être détruits. La spécificité de la construction traditionnelle préindustrielle, majoritairement présente dans le corpus, est le recours à des matériaux peu ou pas transformés, disponibles localement, permettant leur emploi ou leur recyclage. Le bâti traditionnel favorise ainsi la circularité du chantier, limitant son impact carbone⁴.

Une autre spécificité du bâti traditionnel est son comportement climatique spécifique, offrant des conditions de confort qui contribuent à une utilisation raisonnée de l'énergie-carbone de fonctionnement. Les modélisations énergétiques courantes peinent à prendre en compte le fonctionnement climatique propre au bâti ancien et ses effets favorables sur le

1. La Réglementation environnementale (RE) 2020 est la nouvelle réglementation énergétique et environnementale de l'ensemble de la construction neuve. L'État, avec l'aide des acteurs du secteur, a lancé un projet inédit pour prendre en compte dans la réglementation non seulement les consommations d'énergie, mais aussi les émissions de carbone, y compris celles liées à la phase de construction du bâtiment. L'enjeu est donc de concevoir et de construire les futurs lieux de vie des Français en poursuivant trois objectifs majeurs : un objectif de sobriété énergétique et une décarbonation de l'énergie ; une diminution de l'impact carbone ; une garantie de confort en cas de forte

chaleur. Voir dans ce numéro l'article de Johanna Ouazzani, « Les bibliothèques dans la transition écologique : à la recherche de la donnée », p. 61.

2. Cerema, « Comment évaluer l'impact carbone dans les projets de rénovation des bâtiments ? État des lieux des méthodes et pratiques actuelles en France », 11 janvier 2023. <https://www.cerema.fr/fr/actualites/comment-evaluer-impact-carbone-projets-renovation-batiments> (consulté le 2 janvier 2023). Voir dans ce numéro l'article d'Élodie Hébert et Andrés Litvak, « Le Cerema au cœur d'un écosystème d'acteurs et de projets autour de la réhabilitation énergétique du bâti ancien », p. 76.

MARTIN BACOT

Architecte en chef des monuments historiques (ACMH), responsable « Trajectoire carbone » au sein de la Compagnie des ACMH, Agence Archipat

RÉGIS MARTIN

Architecte en chef des monuments historiques, Inspecteur général des monuments historiques (IGMH), président de la Compagnie des ACMH

3. Entretien avec le Cerema, septembre 2023 : retour d'expérience sur le projet BATAN et travaux en cours du Centre scientifique et technique du bâtiment (CSTB). Le projet BATAN est une étude sur la modélisation du comportement thermique du bâtiment ancien avant 1948.

4. Voir dans ce numéro l'article de Philippe Bromblet et Lise Leroux, « L'approvisionnement en pierre de taille des chantiers monuments historiques dans le contexte carier actuel », p. 106.



© M. Bacoï ACMH, Agence archipat, 2021

Restauration de menuiseries extérieures en bois. Sur les monuments historiques, la compétence des restaurateurs spécialisés permet de conserver la matière ancienne.

confort et donc sur les consommations⁵. Les performances du bâti ancien sont ainsi sous-évaluées faute d'outils de quantification adaptés⁶.

Quelle que soit la nature du bâti, la restauration, par opposition à la réhabilitation⁷ et plus encore à la construction neuve, est porteuse de conservation de la matière ancienne, réduisant ainsi l'impact carbone. À cet égard, les interventions sur les monuments historiques obéissent à une exigence déontologique qui est celle de la conservation raisonnée de la matière ancienne. Le secteur des monuments historiques développe donc depuis des décennies des techniques de substitution sélective et de réparation plutôt que de remplacement. Les savoir-faire de la restauration

5. Voir Guido Stegen, *Enjeux et pratiques de la réparation, le cas des fenêtres. Cas d'étude en vue de restauration avec mesures de consommation et de températures*, intervention en cycle de formation continue de l'École de Chaillot, juin 2023 (inédit).

6. Comme le démontrent les confrontations des consommations énergétiques calculées avec les consommations réelles. Le projet BATAN (ADEME et ministère du Logement) a montré que le bâti traditionnel est bien moins énergivore que le parc de la période 1949-1974. Voir : <https://www.rehabilitation-bati-ancien.fr/espace-documentaire/batan-modelisation-du-comportement-thermique-du-batiment-ancien-1948> (consulté le 2 janvier 2023).

7. La réhabilitation consiste à ne conserver qu'une partie du bâti existant (le plus souvent, la seule structure) et à procéder au remplacement complet des autres éléments constitutifs.

8. L'approche actuelle, outre son impact délétère sur la valeur culturelle du bâti ancien, néglige l'impact carbone des substitutions de matériaux au profit des seules économies d'énergie en phase d'usage ; aucun compte n'est tenu de la faible durabilité de rénovations thermiques inadaptées, et donc du coût carbone prévisible d'interventions répétées.

ouvrent un champ considérable au développement d'une approche plus économe en carbone pour l'ensemble du secteur de la construction.

La trajectoire carbone du secteur des monuments historiques doit donc être quantifiée et projetée en tenant compte des spécificités du bâti ancien dans le respect de ses qualités patrimoniales. Les acteurs du secteur souhaitent se doter d'outils de connaissance et d'orientation carbone adaptés, par une échelle d'étude sectorielle et un délai court (12 mois). Ces outils pourront offrir un effet de levier pour l'ensemble du bâti traditionnel, aujourd'hui mis au défi d'une transition énergie/carbone dont les outils réglementaires conçus pour le bâti neuf industriel sont appliqués sans discernement ni maîtrise⁸.

Une étude pour quantifier et orienter l'impact carbone de la restauration des monuments historiques

Les objectifs du projet sont les suivants :

- caractériser et quantifier l'empreinte carbone du parc des monuments historiques (MH) par l'analyse des données disponibles relatives à notre secteur ;
- identifier les leviers qui peuvent être actionnés en vue d'améliorer cet état des lieux et mettre en place des objectifs calendaires pour guider la trajectoire de notre transition carbone ;
- diffuser les résultats du projet au sein de l'École de Chaillot qui dispense un enseignement spécialisé et assure la formation continue des architectes maîtres d'œuvre, des maîtres d'ouvrage, des Architectes des bâtiments de France (ABF), des élus... Un volet de diffusion publique est prévu pour toucher d'autres acteurs du secteur : Conseil international des monuments et des sites (ICOMOS), « G7patrimoine »...



Repérage pour une réparation par greffe localisée d'une corniche en pierre. La technicité est le moyen de la limitation des renouvellements de matière, au bénéfice du patrimoine et de l'impact carbone du chantier de restauration.

© M. Bacoï ACMH, Agence archipat, 2023

La trajectoire carbone du secteur des Monuments historiques doit donc être quantifiée et projetée en tenant compte des spécificités du bâti ancien dans le respect de ses qualités patrimoniales.

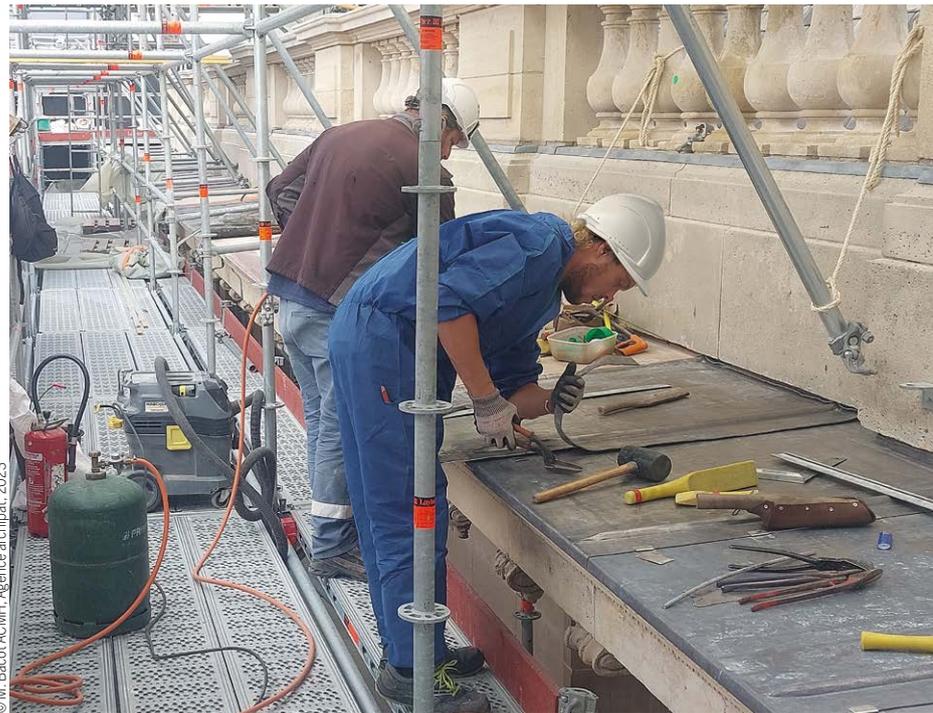
Enfin, l'étude pourrait trouver des prolongements à travers les programmes de recherche en vue d'un doctorat en architecture et patrimoine en cours de développement.

Le projet prévoit un déploiement sur 12 mois réparti en 5 temps :

- collecte des données, établissement d'un état des lieux du parc et des enjeux, cadrage et structuration de la démarche ;
- méthodologie de définition des indicateurs carbone spécifiques aux MH, analyse comparée des MH avec le reste du parc immobilier ;
- choix de 5 cas d'études représentatifs ; détermination de leur empreinte carbone à l'aide d'outils adaptés⁹ ;
- définition des leviers d'action pour l'amélioration de l'empreinte carbone, définition d'une trajectoire énergie-carbone avec calendrier prévisionnel de mise en place ;
- rédaction d'une publication, restitution par réunions/webinaire, organisation et déploiement de la formation continue.

Les porteurs du projet et leurs partenaires représentent transversalement le secteur des monuments historiques et du patrimoine :

- la Compagnie des Architectes en chef des monuments historiques (ACMH), principal porteur et pilote du projet ;
- trois porteurs de projet associés : Opérateur du patrimoine et des projets immobiliers de la culture (OPPIC), Association des architectes du patrimoine (AAP)¹⁰, Cerema, engagés dans l'opérationnel à travers un groupe de travail. Le Cerema, établissement public du ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires, assurera en particulier une mission d'assistance et de conseil technique ;
- d'autres partenaires (Groupement des entreprises de restauration des monuments historiques - GMH -, Centre des monuments nationaux - CMN -, École de Chaillot) intervenant à travers le comité de suivi et de restitution ;



© M. Baccot/ACMH, Agence archipat, 2023

- le prestataire d'étude Carbone 4, expert de la transition énergie-carbone à l'échelle sectorielle, notamment dans le secteur de la construction et des enjeux propres au bâti existant, cheville ouvrière du projet, mandaté par la Compagnie des ACMH. Le budget global de l'étude est de 440 000 €. L'étude, soutenue par la Direction générale des patrimoines et de l'architecture (Service du patrimoine), a été récemment lauréate de l'appel à projets France 2030 « Soutenir les alternatives vertes 2 »¹¹.

Conclusion

Le secteur des monuments historiques représente un enjeu d'identification forte du rôle de la culture auprès du public ; par son appartenance à l'industrie nationale du bâtiment dont il est un fleuron technique et culturel, le secteur des monuments historiques est aussi un puissant levier d'action du ministère de la Culture au sein d'une stratégie interministérielle bas carbone. Le présent projet d'évaluation et de stratégie carbone du secteur des monuments historiques, associant les acteurs du secteur de façon transversale, vise à développer un outil adapté aux besoins opérationnels propres aux spécificités techniques et culturelles du bâti ancien. En cela, il s'agit bien de s'appuyer sur le legs culturel pour répondre au défi du changement climatique. ■

Repose de tables de plomb en réemploi après découpe des parties dégradées. Les matériaux traditionnels peu transformés et durables offrent une aptitude au réemploi qui réduit encore l'impact carbone.

9. Le recours à l'ACV sur le bâti existant se fera dans l'esprit de la norme ISO 14040-44 mais en se fondant, le cas échéant, sur des hypothèses dérogeant à la norme afin de tenir compte au mieux des spécificités du bâti ancien.

10. Association des architectes du patrimoine diplômés de l'École de Chaillot.

11. <https://www.culture.gouv.fr/Presse/Communiqués-de-presse/France-2030-annonce-des-23-laureats-de-deux-dispositifs-de-soutien-aux-transitions-numerique-et-ecologique-de-la-culture>



Le Cerema au cœur d'un écosystème d'acteurs et de projets autour de la réhabilitation énergétique du bâti ancien

Le Cerema, Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement, est un établissement public sous la tutelle du ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires. Depuis plus de 15 ans, il a développé une expertise sur la réhabilitation énergétique du bâti ancien¹. À ce titre, il pilote depuis 2018 le CREBA, le Centre de ressources pour la réhabilitation énergétique responsable du bâti ancien. Il participe également depuis 2023 au projet européen « CALECHE – *Coherent, Acceptable, Low Emission Cultural Heritage Efficient Renovation* », pour lequel il élabore une méthode d'évaluation énergétique des fenêtres anciennes en bois.



ÉLODIE HÉBERLÉ

Responsable d'activités « Énergie et environnement », Cerema-Agence de Strasbourg (Établissement public d'expertise publique pour la transition écologique et la cohésion de territoires), responsable technique du Centre de ressources pour la réhabilitation responsable du bâti ancien (CREBA)

ANDRÉS LITVAK

Chef du groupe Bâtiment durable, Cerema-Direction territoriale Sud-Ouest, coordinateur du CREBA, ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires

Un contexte d'accélération des rénovations énergétiques en France

Fin 2023, les pouvoirs publics français ont annoncé les grands axes d'une planification écologique pour permettre de réduire de 55 % les émissions de gaz à effet de serre (GES) d'ici à 2030 et d'atteindre la neutralité carbone d'ici à 2050 (stratégie « Ajustement à l'objectif 55 »). Pour atteindre ces objectifs, une réduction drastique de la consommation d'énergie est nécessaire. Cette réduction passe par de nombreux leviers, dont l'accélération de la rénovation éner-

Une approche spécifique pour le bâti ancien

Pour atteindre ces objectifs de rénovation énergétique, il faut intervenir sur les différents segments du parc, afin d'amener les bâtiments à la meilleure performance possible. Cependant, certains bâtiments demandent une approche spécifique.

C'est le cas du bâti ancien, qui rassemble l'ensemble des bâtiments construits avant 1948 avec des matériaux

et des techniques traditionnels. Il représente une part significative des bâtiments en France (environ un tiers) et se distingue du bâti moderne par ses matériaux perspirants, durables et locaux, sa grande inertie procurée par ses parois épaisses, sa ventilation naturelle et sa conception bioclimatique. Ces propriétés lui permettent d'afficher des consommations d'énergie nettement inférieures aux bâtiments construits durant les Trente Glorieuses (1945-1975) et de procurer un meilleur confort d'été que dans les autres types de bâti.

Dans le cadre d'une réhabilitation énergétique, le bâti ancien nécessite une attention particulière pour préserver ses qualités architecturales et limiter les risques de pathologie après une réhabilitation énergétique inadaptée.

Le Cerema, acteur incontournable de la réhabilitation énergétique du bâti ancien

Le Cerema travaille depuis plus de 15 ans sur la réhabilitation énergétique du bâti ancien. Avec ses partenaires, il est à l'origine de plusieurs publications,

1. Voir dans ce numéro l'article de Martin Bacot et Régis Martin, « Pour un outil d'évaluation et de trajectoire carbone des chantiers "monuments historiques" », p. 73.

financées par les pouvoirs publics, qui ont permis de faire avancer la compréhension du sujet, auprès du grand public comme des chercheurs².

Le CREBA, un centre de ressources pour la réhabilitation responsable du bâti ancien

Le centre de ressources CREBA, créé en 2018, est piloté par le Cerema, avec une douzaine d'acteurs nationaux et avec l'appui des deux ministères de la Culture et de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires. Il mène plusieurs actions en faveur de la préservation patrimoniale et de la performance énergétique du bâti ancien, qu'il publie *via* son site internet.

En particulier, le CREBA a rédigé une charte pour la réhabilitation responsable du bâti ancien, qui propose des recommandations et une méthodologie opérationnelle aux acteurs de la construction. Le CREBA propose également des outils : parmi eux, on trouvera l'adaptation française de la *Guidance Wheel*, un outil d'aide à la décision à destination des porteurs de projets. Enfin, de nombreux retours d'expérience sur des opérations exemplaires sont proposés, ainsi que des ressources pédagogiques pour la sensibilisation et la montée en compétences des acteurs, dont le MOOC (*Massive open online course* – formation en ligne ouverte à tous) CREBA qui rassemble des milliers de participants à chaque session.

La démarche menée par le CREBA sur la réhabilitation du bâti ancien a inspiré le ministère de la Culture et le Cerema, qui ont coorganisé le palmarès réHAB xx^e. L'objectif majeur de ce palmarès est de valoriser la qualité d'utilisation et la qualité architecturale des immeubles de la seconde moitié du xx^e siècle, tout en respectant les différents enjeux environnementaux, dans l'optique de créer un centre de ressources sur la réhabilitation du bâti contemporain.

Expertise du Cerema et recherche à l'échelle européenne

À l'échelle européenne, le Cerema partage son expertise avec la communauté scientifique et témoigne de l'état des pratiques en France. Il a ainsi présenté le CREBA, son projet Outils pour la prise en compte des risques hygrothermiques lors de la réhabilitation de parois anciennes (OPERA) et le label expérimental *Effinergie Patrimoine*³, auquel il a participé, lors des conférences *Energy efficiency in Historic Buildings*, qui rassemblent tous les deux ans plusieurs centaines de chercheurs et affiliés. Il a également pris part à la *Task 59 – Renovating historic buildings towards zero energy* de l'Agence internationale de l'énergie (AIE) et au projet Interreg⁴ *Alpine Space « Atlas »*, cofinancé par l'Union européenne.

Enfin, il est engagé dans la révision à l'échelle française et européenne de la norme NF EN 16 883 « Conservation du patrimoine culturel – Principes directeurs pour l'amélioration de la performance énergétique des bâtiments d'intérêt patrimonial », qui fait actuellement consensus dans la communauté scientifique.



Retour d'expérience « Marines (95) – Une réhabilitation patrimoniale, écologique et sociale ».

Le projet CALECHE

En 2022, la Commission européenne a publié un appel à projets dans le cadre de son programme Horizon Europe, intitulé « *Sustainable and resource-efficient solutions for an open, accessible, inclusive, resilient and low-emission cultural heritage: Prevention, monitoring, management, maintenance, and renovation (Built4People)* ».



Le Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA) s'est entouré d'une dizaine de partenaires, dont le Cerema, pour présenter le projet « CALECHE – *Coherent, Acceptable, Low Emission Cultural Heritage Efficient Renovation* ». L'originalité de ce projet est d'inclure des sciences sociales et de l'intelligence artificielle. Une subvention de 4 millions d'euros lui a été allouée pour une période de 36 mois, à compter d'octobre 2023.

Le projet CALECHE⁵ vise à développer un système d'aide à la décision pour la réhabilitation énergétique des bâtiments patrimoniaux. Il sera fondé sur une approche multicritère de la réhabilitation (considérant le gain énergétique, mais également la préservation patrimoniale, l'impact carbone, le coût, etc.) et la prise de décision se fera sur la base du compromis. Il fait notamment suite au projet *Energy Efficiency for EU Historic Districts' Sustainability* (EFFESUS).

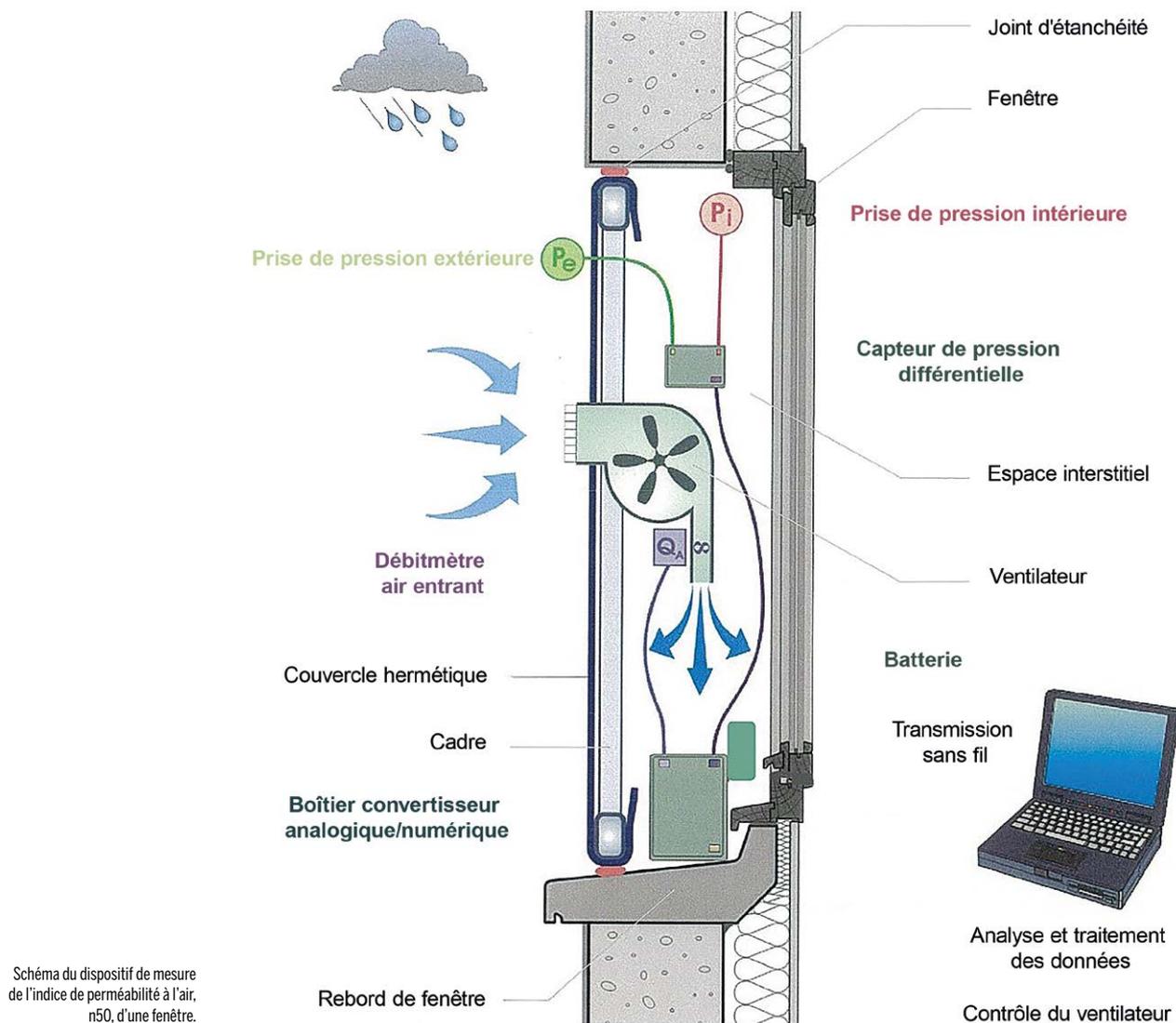
Cet outil sera disponible en ligne et sera vérifié sur quatre cas d'études, dont le Muséum d'histoire naturelle de Grenoble. Il n'est cependant pas prévu

2. On pourra mentionner les publications suivantes, encore largement citées aujourd'hui et disponibles en téléchargement libre sur l'espace documentaire du CREBA (voir ci-dessous) : *BATAN : modélisation du comportement thermique du bâtiment ancien avant 1948*, 2011. <https://www.rehabilitation-bati-ancien.fr/espace-documentaire/batan-modelisation-du-comportement-thermique-du-batiment-ancien-1948> (consulté le 20 mars 2024) ; *ATHEBA : amélioration thermique des bâtiments anciens*, 2011. <https://www.rehabilitation-bati-ancien.fr/espace-documentaire/atheba-amelioration-thermique-des-batiments-anciens> (consulté le 20 mars 2024) ; *Habitat ancien en Alsace : amélioration énergétique et préservation du patrimoine*, 2015. <https://www.rehabilitation-bati-ancien.fr/espace-documentaire/habitat-ancien-en-alsace-amelioration-energetique-et-preservation-du-patrimoine> (consulté le 20 mars 2024).

3. Proposé entre 2020 et 2022, ce label expérimental est dédié aux réhabilitations de bâtiments à caractères patrimoniaux visant le niveau basse consommation tout en préservant leur intérêt architectural.

4. Interreg est un programme européen visant à promouvoir la coopération entre les régions européennes et le développement de solutions communes dans les domaines du développement urbain, rural et côtier, du développement économique et de la gestion de l'environnement.

5. <https://calecheproject.eu/>



© Cerema

de généraliser cet outil, le niveau de maturité technologique visé étant uniquement de cinq sur une échelle de neuf.

En outre, le projet vise à proposer trois innovations technologiques appliquées à la réhabilitation énergétique du bâti ancien. En particulier, le Cerema pilote les travaux concernant l'élaboration d'une méthode d'évaluation énergétique des fenêtres anciennes en bois. L'objectif de cette méthode est d'étudier objectivement la pertinence de leur conservation sur la base d'un diagnostic technique et patrimonial et de mesures de performance thermique (coefficient de transmission thermique, coefficient U_w ⁶; indice de perméabilité à l'air n50). Plusieurs acteurs français du patrimoine ont déjà été rencontrés dans ce cadre (architectes des bâtiments de France, architectes du patrimoine, menuisiers) afin de rendre ces travaux les plus proches des réalités du terrain en France, avant de les élargir au contexte européen.

6. Le coefficient U_w est l'inverse de la résistance thermique. Ainsi, plus le coefficient U_w est faible, meilleure sera l'isolation et donc meilleure sera la performance de la paroi vitrée.

Conclusion

À la croisée des mondes de la performance énergétique et de la préservation patrimoniale, mais également du grand public et de la recherche, les travaux du Cerema proposent une troisième voie. Pour accompagner l'ensemble de la filière de la réhabilitation et répondre au nécessaire virage de la transition écologique, il est nécessaire d'ouvrir la voie du compromis. Ce compromis permet de réconcilier ces mondes parfois opposés, qui ont pourtant l'objectif commun de l'amélioration du cadre de vie dans un contexte de changement climatique. ■

Bibliographie

Site du Cerema : <https://www.cerema.fr/fr>

Site du CREBA : <https://www.rehabilitation-bati-ancien.fr/>

Lauréats du palmarès réHABxx^e : <https://www.cerema.fr/fr/actualites/rehabilitations-exemplaires-du-bati-seconde-moitie-du-xxe>

Projet CALECHE : <https://calecheproject.eu/>

Archives et numérique responsable : un engagement collectif

Depuis la promulgation, le 15 novembre 2021, de la loi visant à réduire l'empreinte environnementale du numérique, stratégies et initiatives¹ se multiplient dans le réseau des services publics d'archives pour agir et tenter de conjuguer transition numérique et transition écologique, sans négliger les problématiques liées à la cybersécurité. Sur ces sujets, les archivistes sont en mesure d'apporter leur pierre méthodologique, voire de piloter des réalisations concrètes, en coordination avec d'autres acteurs au sein de collectivités territoriales ou d'administrations centrales de l'État.

L'archiviste, chef d'orchestre

De prime abord, pourquoi penser aux archivistes comme pouvant être les moteurs d'une stratégie de sobriété ? Tout simplement parce que leurs missions, en particulier de contrôle scientifique et technique, de sélection raisonnée de documents et de données au sein de l'abondante production numérique des services de l'État et des collectivités territoriales, leur confèrent une vision panoramique de l'ensemble des réservoirs d'informations à forte teneur de preuve juridique et/ou à fort potentiel patrimonial. C'est un atout précieux, sur lequel il conviendrait de s'appuyer avec moins de modération. En effet, capables depuis des décennies de comprendre le fonctionnement de n'importe quelle administration par immersion dans la production documentaire, rencontrés des acteurs métiers, étude des institutions et des règles qui les régissent, ils savent également identifier les acteurs clefs et élaborer méthodologies et processus².

En témoigne l'expérience d'ampleur menée dans le département des Vosges depuis deux ans. L'idée qui a germé à partir de l'expérience de la ville de Strasbourg de participation aux journées de nettoyage numérique intitulée *Digital Cleanup Day*³ a pris la forme d'une action d'une semaine portée par les archives départementales, la direction informatique ainsi que la direction chargée de la transition écologique. La direction de la communication et le service intérieur ont apporté également leur concours à des opérations portant sur le matériel informatique usagé d'une part et les données d'autre part. Ainsi, sous l'égide d'une mascotte, la vache Daisy, le matériel est collecté selon un dispositif éco-labellisé.

Une tâche de « ménage numérique » appliquée aux environnements de travail permet quant à elle

de discriminer les documents selon trois ensembles, dans le plein respect des règles en matière d'archives publiques : les fichiers « inutiles », les fichiers « issus de notre histoire » devant être conservés, les fichiers « du présent », nécessaires à l'activité quotidienne.

La première édition en 2022 s'est limitée aux messageries et aux espaces de stockage de chaque agent. En 2023, l'action a pris davantage d'ampleur en ajoutant à cet axe individuel un axe par service



HÉLÈNE MAURIN

Directrice des archives départementales de la Haute-Savoie, Conseil départemental de la Haute-Savoie

DOMINIQUE NAUD

Élève conservateur à l'Institut national du patrimoine en spécialité archives

LOUIS VIGNAUD

Expert chargé de la politique nationale sur les métadonnées et référentiels archivistiques, Direction générale des patrimoines et de l'architecture, Service interministériel des archives de France (SIAF), Sous-direction de la collecte, de la conservation et de l'archivage électronique, Bureau de l'expertise numérique et de la conservation durable, ministère de la Culture

1. Cette réflexion est le résultat d'un atelier du séminaire national des Archives de France à Grenoble en septembre 2023.
2. Chloé Moser, « Les archivistes, des professionnels au service de la diminution des impacts environnementaux du numérique : l'apport de l'outil Archifiltre », *Culture et Recherche*, n° 144, 2023, p. 80-81.
3. <https://digital-cleanup-day/> (consulté le 27 février 2024).

Affiche « Et ton tri t'as pris le pli ? Giga déstockage du 18 au 22 mars 2024 ».

4. 1 To et 1 million de courriels sont supprimés chaque année lors de cette opération.
5. Au 18 mars 2023, fin du défi, le volume était inférieur de 2,5 To au volume initial.
6. La première journée a eu lieu le 30 novembre 2023, avec un résultat d'1 To éliminé.

métier. Pour cette opération en équipe, un kit « mode d'emploi » a été fourni et les coordinateurs ont apporté leur soutien par des permanences sur stand, au téléphone, par courriel, au siège mais aussi en extérieur. Les élus sont aussi sensibilisés grâce à la présence d'un stand dans l'Hôtel du département les jours de commissions. Les efforts de communication ont été intensifiés avec des pages permanentes dans l'outil collaboratif, des annonces, un webinaire explicatif, la diffusion en interne de témoignages et de portraits d'agents ou d'élus, dont le président du département, sans oublier les trophées d'encouragements.

Des bonnes pratiques à ancrer dans la durée

La majorité des professionnels des archives s'accordent à dire que les campagnes nationales et les initiatives locales en faveur de la sobriété numérique sont des occasions à saisir. Les bénéfices attendus sont multiples : faire connaître les compétences des archivistes en matière de gestion d'informations et de conduite de projets, sensibiliser les agents publics

aux bonnes pratiques, lutter contre l'infobésité et l'anarchie numérique, repérer des gisements d'archives à collecter...

En pratique, les résultats chiffrés, relativement faibles, peuvent générer une certaine déception. Ainsi, le tri des messageries électroniques au sein de l'administration centrale du ministère de la Justice, organisé du 11 au 14 avril 2023, a mobilisé 15 % des 2 000 agents, mais seuls 12 Go de messages non engageants ont été supprimés.

Un second frein est fréquemment identifié : le risque que cela reste une action fugace, sans lendemain, subie par les services et aussitôt oubliée.

Pour ancrer les bonnes pratiques dans la durée, plusieurs stratégies ont été expérimentées. L'opération « Giga déstockage » menée par le Conseil départemental du Calvados depuis 2022 table sur une communication valorisante et sur des objectifs atteignables (suppression des doublons, des fichiers volumineux...) pour emporter l'adhésion des agents⁴. L'adaptation au contexte local se révèle également une stratégie payante.

Dans l'Aude, les archives départementales ont identifié un besoin d'accompagnement auprès des élus et des secrétaires de mairie (313 communes sur 416 ont moins de 600 habitants). Les archives départementales et le centre de gestion ont rédigé et diffusé des fiches pratiques sur les gestes faciles à mettre en œuvre au quotidien. En 2022, quatre ateliers menés sur le terrain ont permis d'accompagner 163 collectivités.

En Haute-Savoie, une formation sur les bonnes pratiques dans l'environnement numérique est proposée depuis plusieurs années aux agents du Conseil départemental, de l'État, mais aussi des collectivités territoriales, soit aux archives, soit hors les murs. Des *Cleaning Days* sont également organisés à l'échelle d'un service. La plupart des services accompagnés de manière personnalisée poursuivent le mouvement. Les actions ciblées se révèlent à l'usage plus efficaces que des opérations très ambitieuses. Ainsi, un *Challenge Cleaning Day* a été mené d'octobre 2022 à mars 2023 pour l'ensemble des 3 500 agents de la collectivité, avec un objectif de réduction de 5 To de la volumétrie des serveurs de fichiers⁵. Ce projet était inscrit dans le plan départemental de sobriété énergétique aux côtés d'autres mesures concernant les bâtiments, la mobilité et le numérique. Les archives départementales ont audité tous les espaces de stockage partagés, accompagné 10 directions et formé des référents, organisé des permanences virtuelles, etc., pour un résultat mitigé. Ce chantier intéressant en matière de visibilité mais trop chronophage sera remplacé par une opération d'une journée par an, avec des scénarios progressifs selon le degré d'avancement des directions⁶.

Quand la sobriété concourt à la cybersécurité

Il existe de multiples articulations entre sécurité informatique et sobriété numérique. Ces activités participent de la résilience d'une organisation par la cartographie des ressources, nécessaire à la protection des actifs stratégiques.

Flyer *Digital cleanup Day* du Conseil départemental des Vosges.

ET EN PRATIQUE, JE FAIS COMMENT ?

LE CYBER WORLD CLEANUP DAY NOUS INVITE À SUPPRIMER DES DONNÉES, VOICI QUELQUES CONSEILS :

J'AI 15 MINUTES
Sur Outlook

- * Je trie mes mails non engageants et je les supprime.
- * Je me désabonne des newsletters inutiles.
- * Je nettoie mon calendrier.

J'AI 1/2 JOURNÉE ET PLUS
Sur Sharepoint, dans mes répertoires partagés...

- * Je travaille en équipe : organiser et trier les données de nos outils communs.
- * Je sollicite un accompagnement par les archives et la DNMRC.

J'AI 1 HEURE
Sur OneDrive, PC, Supports de stockages (Clé usb, disque dur externe, ...)

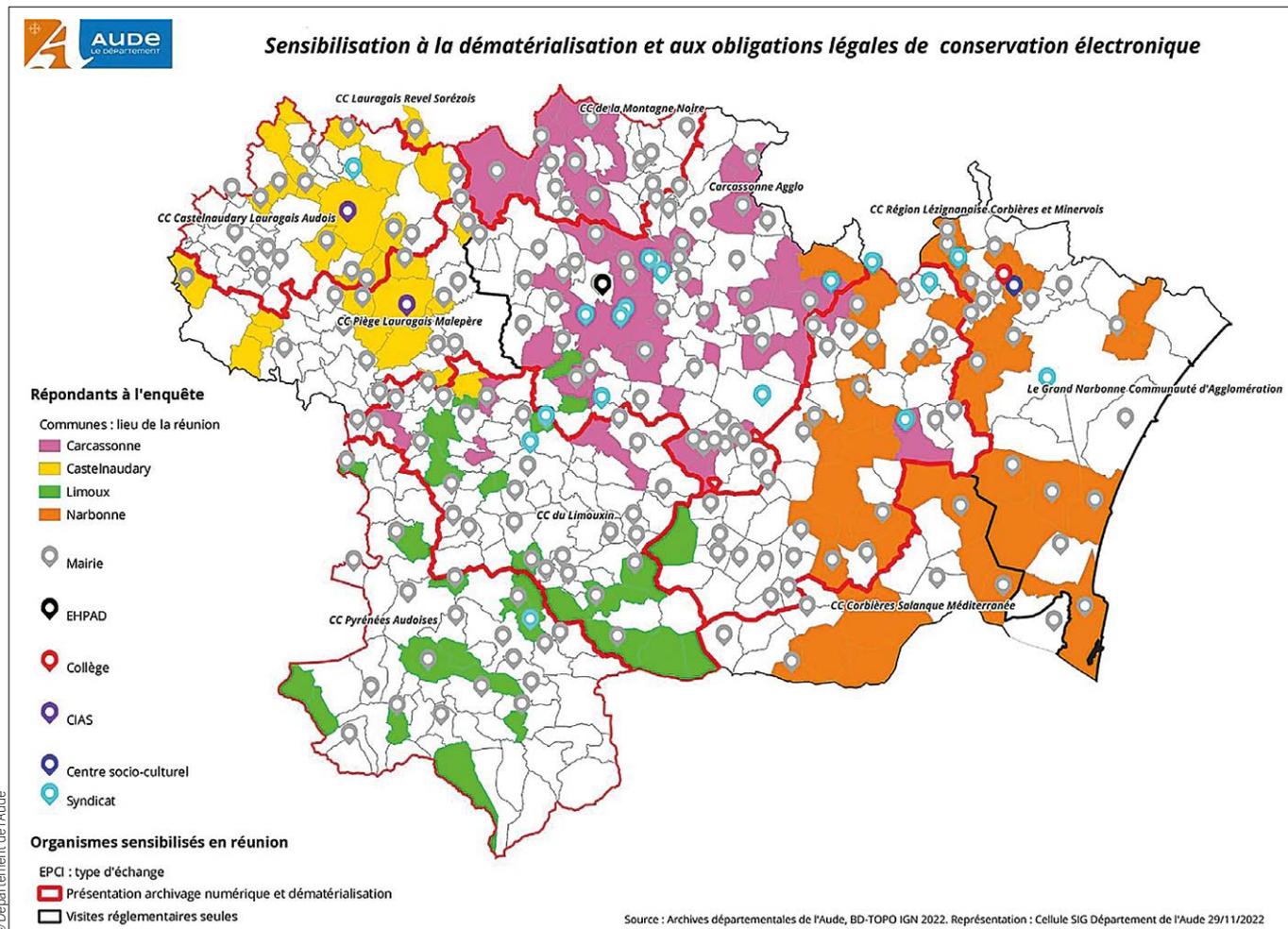
- * J'organise et trie mes fichiers, photos et vidéos etc.
- * Je vérifie l'intérêt des fichiers à supprimer (Documents non engageants).
- * Je mesure l'impact de la suppression de mes données.
- * Je vide ma corbeille.

APRÈS TOUT ÇA, IL ME RESTE ENCORE 15 MINUTES !
Sur les Réseaux Sociaux, mon smartphone, sur Teams...

- * Je nettoie mes réseaux sociaux.
- * Je supprime mes applications non utilisées.
- * Je clôture les groupes teams des projets terminés.

+ D'INFOS
Intranet & Sharepoint

© CD88/DICOM/CBRÉ/GUET/Impression CD88



Carte « Sensibilisation à la dématérialisation et aux obligations légales de conservation électronique ».

L'accroissement du volume d'information stockée et échangée engendre une inflation de matériels dont la fabrication consomme moult ressources peu recyclables. Branchés sur les réseaux électriques et informatiques, ceux-ci sont vulnérables aux attaques et engendrent des coûts d'exploitation tributaires des tensions géopolitiques. En resserrant les corpus et en leur associant un niveau de disponibilité adapté aux usages, le nettoyage numérique tend à une utilisation sobre des équipements tout en limitant la vulnérabilité des informations.

Ainsi, en supprimant le « bruit » constitué par les fichiers inutiles, on identifiera plus facilement les documents à forte valeur. Par ailleurs, on pourra archiver les documents achevés et devenus non nécessaires à l'accomplissement des actions quotidiennes et les enregistrer dans un stockage « froid⁷ », reposant sur des bandes magnétiques similaires à des cassettes VHS (une seule bande peut entreposer 45 To⁸ de données pendant plusieurs décennies). Cela permettra de cibler les documents essentiels à la continuité d'activité ou comportant des informations critiques qui feront de ce fait l'objet d'une sécurisation accrue. Ils seront répliqués dans une « offre froide », elle-même mise à l'abri des sinistres (vol, incendie, cyberattaque, etc.)

pour constitution d'un kit de secours révisé régulièrement.

L'élaboration coordonnée d'opérations de ménage numérique, d'un Plan de prévention des risques, d'un Plan de continuité d'activité, d'un Plan de reprise d'activité et d'un Plan de sauvegarde des biens culturels permet de contenir les risques liés à l'inflation, à la perte ou à la divulgation d'informations mais aussi d'identifier les corpus essentiels.

Conclusion

Nous le voyons, l'archiviste n'a pas fini de chercher l'accord entre des partitions pouvant sembler différentes voire contradictoires : environnementales, patrimoniales, juridiques, sans négliger la sécurité des informations. Néanmoins, le sens de l'intérêt général qui donne le tempo à toutes ses actions peut être facteur d'harmonie.

Rendons collectivement cela possible en élaborant et en diffusant des bonnes pratiques et des outils tels que kits, plans et procédures, à même de rendre chacun autonome pour mettre en place et maintenir dans la durée de bonnes pratiques dans l'environnement numérique. ■

7. Pour savoir ce que sont l'offre dite « froide » et le programme Vitam : https://www.programmevitam.fr/ressources/DocCourante/autres/fonctionnel/Vitam_Archivage_sur_Offre_Froide.pdf (consulté le 27 février 2024).

8. Un téra-octet (To) représente 10¹² octets.

Faire bouger les normes...

État des lieux des recherches sur le climat adapté à la conservation des biens culturels en France et en Europe

Dans le contexte actuel de réchauffement climatique et de nécessaires économies d'énergie, les normes sur les conditions environnementales de conservation du patrimoine culturel évoluent. Comment contribuer activement à la transition énergétique sans déroger à la mission qui nous incombe, celle de préserver les collections dont nous avons la charge ?

THI-PHUONG NGUYEN

Conseillère experte en conservation préventive et curative, Direction générale des patrimoines et de l'architecture, Service interministériel des archives de France (SIAF), Sous-direction de la collecte, de la conservation et de l'archivage électronique, Bureau de l'expertise numérique et de la conservation durable, ministère de la Culture

Le climat dans les réserves est un paramètre sur lequel tous les regards se portent lorsque l'institution chargée de la conservation de biens culturels est enjointe, comme c'est le cas aujourd'hui, de faire des économies d'énergie. Cette contrainte économique et environnementale a poussé les professionnels du patrimoine culturel à s'interroger sur l'opportunité de maintenir des conditions climatiques strictes et universelles dans les réserves, et à multiplier les recherches sur le comportement des matériaux dans des environnements considérés auparavant comme inadaptés à la conservation pérenne des collections.

Ces réflexions ont permis de mettre en lumière la capacité des matériaux constitutifs des biens culturels à supporter des conditions climatiques plus souples¹. Ce constat est à mettre en regard d'une très forte multiplication de situations dramatiques consécutives à la promotion de recommandations climatiques considérées comme optimales, mais en pratique bien trop sévères et difficilement atteignables pour la plupart des institutions, particulièrement pour celles dotées de peu de moyens ou situées dans des zones climatiques tropicales.

Dans le contexte aujourd'hui régnant de réchauffement climatique et de nécessaire transition écologique, il fallait donc reprendre les normes sur les conditions environnementales à adopter dans les réserves de biens culturels², afin de permettre aux institutions chargées de la conservation de ces derniers de s'engager dans cette transition et de gérer le paramètre climatique avec moins d'appréhension.

Plutôt que d'imposer des valeurs de température et d'humidité relative strictes et différentes pour chaque typologie de collections, les normes invitent aujourd'hui expressément les professionnels à considérer, en priorité, l'environnement global des

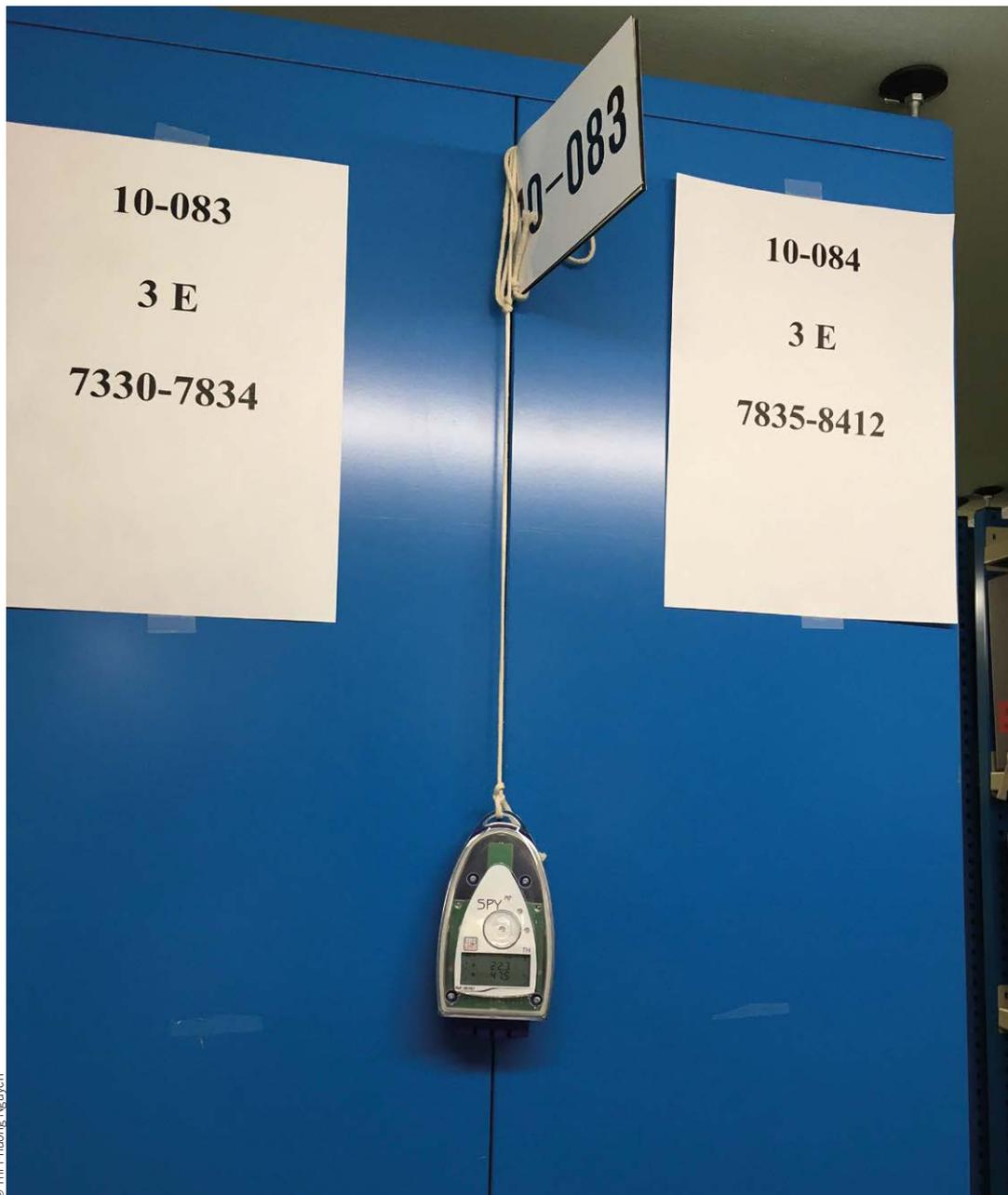
Le recours à des installations mécaniques de régulation du climat intérieur doit être minimisé ; celles-ci seront uniquement utilisées en cas de besoin, en appui d'un bâtiment passif.

collections dont ils ont la charge : climat extérieur, nature et état du bâtiment, valeur et sensibilité des collections et, surtout, moyens humains et financiers. Les consignes climatiques à adopter sont définies au cas par cas, et à la lumière de ces données. Des fourchettes de température et d'humidité relative plus ou moins larges sont ainsi préconisées, les conditions climatiques pouvant varier à l'intérieur de celles-ci, pourvu qu'elles ne soient ni trop rapides ni trop fortes.

La priorité est donnée à la qualité des bâtiments qui doivent servir de tampon vis-à-vis des variations et des rigueurs du climat extérieur, préservant ainsi des conditions intérieures favorables. Le recours à des installations mécaniques de régulation du climat intérieur doit être minimisé ; celles-ci seront uniquement utilisées en cas de besoin, en appui d'un bâtiment passif. Les normes nouvellement révisées insistent tout particulièrement sur ce point et donnent des pistes et

1. Jonathan Ashley-Smith, Andreas Burmester et Mélanie Eibl (eds), *Climate for Collections: Standards and Uncertainties*, Munich-Doerner Institute, 2013 : <https://s3.eu-central-1.amazonaws.com/thenetexperts-pinakothek-cms/06/climate-for-collections.pdf> (consulté le 20 mars 2024).

2. ISO 11799 – Information et documentation – Exigences pour le stockage des documents d'archives et de bibliothèques. En cours de révision majeure ; ISO/TR 19815 : 2018 – Information et documentation – Gestion des conditions environnementales pour les documents d'archive et de bibliothèque ; NF EN 16893 : 2018 – Conservation du patrimoine culturel – Spécifications pour l'emplacement, la construction et la modification des bâtiments et des salles destinés au stockage ou à l'utilisation de collections ; NF EN 15757 : 2010 – Conservation des biens culturels – Spécifications applicables à la température et à l'humidité relative pour limiter les dommages mécaniques causés par le climat aux matériaux organiques hygroscopiques.



© Thi-Phuong Nguyen

Thermo-hygromètre dans un magasin d'archives, 21 octobre 2020.

des conseils pour une rénovation adaptée aux usages très spécifiques de ce type de bâtiments, qui tiennent compte des techniques constructives récentes, mais aussi de celles des bâtiments et des matériaux traditionnels et vernaculaires que l'on redécouvre et que l'on étudie, non seulement pour la conservation des édifices anciens mais aussi pour la rénovation des édifices plus récents³.

La durabilité des collections dépendra bien sûr des consignes climatiques qui vont être choisies et il est évident que plus celles-ci seront chaudes et humides, plus les documents se dégraderont rapidement. Mais l'ensemble des professionnels s'accorde sur la nécessité de proposer des objectifs atteignables et de permettre à chacun d'observer une conservation écoresponsable sans déroger bien sûr au maintien des meilleures conditions possibles pour les collections. Le principe de réalité est celui qui prévaut désormais. ■

La durabilité des collections dépendra bien sûr des consignes climatiques qui vont être choisies et il est évident que plus celles-ci seront chaudes et humides, plus les documents se dégraderont rapidement.

3. Ann Bourguès, Jean-Didier Mertz, Laboratoire de recherche des monuments historiques et Institut français des sciences et technologies des transports, de l'aménagement et des réseaux, projet ALLUVIUM. Le projet ALLUVIUM rassemble économistes, architectes, conservateurs, chercheurs en conservation et ingénieurs de la construction. ALLUVIUM doit démontrer tout le potentiel d'application de la construction en terre crue tant dans la ville de demain que pour la conservation d'un patrimoine traditionnel exceptionnel bâti ou muséal : https://www.lrmh.fr/Default/doc/SYRACUSE/147529/alluvium?_lg=fr-FR Voir dans ce numéro l'article de David Gandreau et Thierry Joffroy, « La rétro-ingénierie des cultures constructives locales pour répondre aux grands enjeux globaux actuels : l'expérience de CRATerre », p. 102.

Les objectifs de conservation verte au cœur du plan d'action des normes européennes de conservation des biens culturels

Plus de 40 normes ont été produites par les professionnels du patrimoine investis depuis 2004 dans le comité technique CEN/TC 346 « Conservation du patrimoine culturel » au sein du Comité européen de normalisation (CEN) et, en France, dans la commission de normalisation de la conservation des biens culturels (CNCBC) au sein d'AFNOR¹.

JUDITH KAGAN

Conservatrice générale du patrimoine, cheffe du bureau de l'expertise et des métiers, Direction générale des patrimoines et de l'architecture, Service du patrimoine, Sous-direction des monuments historiques et des sites patrimoniaux, ministère de la Culture, animatrice du groupe d'experts GE1 « Recommandations générales et terminologie » de la commission de normalisation sur la conservation des biens culturels, AFNOR/CNCBC

DAVID LIOT

Conservateur général du patrimoine, inspecteur des patrimoines Collège Musées, Direction générale des patrimoines et de l'architecture, Délégation à l'inspection, la recherche et l'innovation (DIRI), ministère de la Culture, président du comité français de normalisation de la conservation des biens culturels, AFNOR/CNCBC

De l'importance des révisions des normes

Le plan d'action a été revu en 2022 pour s'adapter aux évolutions de la recherche et aux enjeux contemporains : augmentation des risques, effets du changement climatique et exigences en matière de rénovation énergétique. Chaque révision de norme tous les cinq ans prend en compte les impératifs de la conservation verte, que ce soit dans le processus (éco-conception, méthodes durables pour la conservation et la restauration, méthode de transport et d'emballage, éclairage), dans les matériaux ou produits (sobriété, réduction des matériaux plastiques ou dangereux dans les produits de nettoyage ou de consolidation) ou encore dans les préconisations en matière de climat dans les bâtiments abritant des collections. Chaque nouvelle proposition est examinée en fonction de son impact sur l'environnement².

Les normes européennes s'inscrivent dans l'agenda 2030 des Nations unies en matière de développement durable et respectent un ou plusieurs des 17 objectifs de développement durable³. Le plan d'action s'inscrit dans la stratégie de développement durable portée par le Comité européen de normalisation (CEN)⁴ et par le Conseil européen qui considère que le patrimoine culturel est une ressource stratégique pour une Europe

durable⁵ (programme Horizon 2020, Pacte vert européen). Il prend en compte également les perspectives de recherche et d'innovation des programmes européens (Industries culturelles et créatives – ICC – et *New European Bauhaus*).

Pour une performance énergétique des bâtiments d'intérêt patrimonial

La norme EN 16883 : 2017 « Conservation du patrimoine culturel – Principes directeurs pour l'amélioration de la performance énergétique des bâtiments d'intérêt patrimonial » est en révision depuis 2023. Les professionnels français souhaitent actualiser le document selon les axes suivants :

- nécessité d'un outil de calcul et d'une méthode de diagnostic de performance énergétique adaptée aux spécificités du bâti ancien (avant 1948) : collecte et évaluation des outils existants en cours ;
- prise en compte du « cycle de vie » et des qualités intrinsèques du patrimoine bâti : méthodes d'évaluation des matériaux et de leurs performances, respect des particularités territoriales (matériaux locaux) ou temporelles (patrimoine du xx^e siècle) et des usages (confort d'été) ;
- évaluation de l'empreinte carbone des travaux de conservation et de restauration.

La révision s'inscrit dans la volonté de concilier rénovation énergétique et conservation du patrimoine bâti, en accord avec la directive (UE) 2018/844 sur la performance énergétique des bâtiments. Le groupe de travail français est animé par Élodie Héberlé, ingénieur au Cerema⁶ et Antoine Bruguerolle, architecte du patrimoine et membre du Conseil international des monuments et des sites (ICOMOS) France.

1. Voir la présentation des normes : Judith Kagan et Thi-Phuong NGuyen, « Normaliser la conservation du patrimoine en Europe (CEN) et à l'international (ISO) : une aventure interdisciplinaire », *Culture et Recherche*, « La recherche culturelle à l'international », n° 143, 2022, p. 37-38.

2. Plan d'action 2022 : <https://standards.cencenelec.eu/BPCEN/411453.pdf> (consulté le 15 mars 2024).

3. <https://www.agenda-2030.fr/17-objets-de-developpement-durable/> (consulté le 15 mars 2024).

4. <https://www.cencenelec.eu/european-standardization/sustainable-development-goals-sdgs/> (consulté le 15 mars 2024).

5. https://ec.europa.eu/culture/policy/culture-policies/cultural-heritage_en (consulté le 15 mars 2024).

6. Voir dans ce numéro l'article d'Élodie Héberlé et Andrés Litvak, « Le Cerema au cœur d'un écosystème d'acteurs et de projets autour de la réhabilitation énergétique du bâti ancien », p. 76.



© Jean-Marie Dautel. Première exposition écoresponsable et inclusive du musée

Exposition « Expérience Goya », Palais des Beaux-Arts de Lille (Nord), octobre 2021-janvier 2022.

Pour une écoconception des expositions temporaires

Depuis quelques années, les institutions patrimoniales sont résolument engagées dans la voie de l'écoresponsabilité, parallèlement aux rapports d'experts qui alertent sur la soutenabilité de nos pratiques – les ressources de la planète s'épuisant inexorablement.

La question de l'écoconception des expositions⁷, posée avec acuité, conduit à des démarches particulièrement inspirantes, qui méritent d'être partagées par le plus grand nombre d'acteurs culturels et de professionnels.

En prévision d'une inscription au plan d'action, sur proposition française, le sujet de l'écoconception des expositions temporaires a été présenté lors de la réunion du comité technique CEN/TC 346 du 23 mai 2022. Une étude de faisabilité est en cours afin de faire la synthèse des expériences françaises ou européennes en la matière et de vérifier avec l'ensemble de la communauté professionnelle la pertinence d'une norme spécifique. Cette étude se poursuit en 2024 en mode projet.

Cette démarche n'a pas vocation à contraindre mais, grâce à l'intelligence collective, à proposer des repères, un vocabulaire commun et des objectifs atteignables sur le terrain et par les tutelles, aux niveaux national et territorial. Elle est aussi une plateforme d'échanges et de débats qui tient compte des réalités diverses et complémentaires des institutions volontaires, de petite ou grande taille.

Cette réflexion collégiale est en adéquation avec le récent *Guide d'orientation et d'inspiration sur la transition écologique de la culture*⁸ qui se révèle une base de réflexion incontournable depuis décembre 2023. Cette démarche tient compte des autres normes liées au cycle de vie d'une mise en exposition (matériaux,

meubles, éclairage, dispositifs numériques...). Elle se révèle stimulante et influe sur les débats en cours et en évolution permanente.

Conclusion

La complexité de ce sujet, au cœur d'une actualité génératrice d'éco-anxiété et d'injonctions contradictoires, impose un certain recul, une part d'agilité, et nécessite une grande écoute. Tout l'intérêt de cette norme en gestation est de proposer un cadre constructif dédié à la transformation écologique et à la nécessaire réduction du bilan carbone. Il s'agit aussi d'adapter et d'inspirer des projets d'exposition et des programmes culturels ouverts à tous les publics, les conduisant à s'interroger sur leurs usages et pratiques, liés par exemple au numérique ou aux modes de déplacement.

Une norme n'est comprise que si elle s'inscrit dans un cadre pédagogique et un projet de société sensible au devenir des générations futures.

Rejoignez-nous! ■



© Jean-Marie Dautel

Exemple de chantier de scénographie, exposition « Expérience Goya », Palais des Beaux-Arts de Lille (Nord), octobre 2021-janvier 2022.

Le château d'Espeyran et son Obligation réelle environnementale (ORE)¹ : une conviction, une démarche, des actions

Le Centre national du microfilm et de la numérisation (CNMN) – Château d'Espeyran est un service du Service interministériel des archives de France (SIAF) qui gère un dépôt d'archives microfilm et numérique, un château et ses collections, un parc paysager de 13 hectares et une réserve archéologique de 7 hectares. « L'ambition d'Espeyran, c'est le vivant qui nous questionne et que nous interrogeons collectivement. L'ORE impose la signature² avec un co-contractant ayant des compétences en écologie. Elle pose de fait l'ouverture et le dialogue. »

HENRI-LUC CAMPLO

Responsable du Centre national du microfilmage et de la numérisation (CNMN) et du château d'Espeyran, Direction générale des patrimoines et de l'architecture, Service interministériel des archives de France (SIAF), Sous-direction du pilotage, de la communication et de la valorisation des archives, ministère de la Culture

LÉA DÉJEUX

Chargée de mission ORE, CNMN, ministère de la Culture

VIOLETTE LÉVY

Cheffe du bureau de l'expertise numérique et de la conservation durable, Direction générale des patrimoines et de l'architecture, SIAF, Sous-direction de la collecte, de la conservation et de l'archivage électronique, Bureau de l'expertise numérique et de la conservation durable, ministère de la Culture

C'est ce fil rouge qui a guidé le groupe projet³ d'Espeyran dès l'origine et tout au long de l'année 2023.

Violette Lévy a interrogé, pour le Service interministériel des archives de France (SIAF) qui soutient très activement la démarche, deux membres du collectif qui met en œuvre l'ORE.

Après la signature le 22 mars 2022 de la convention d'Obligation réelle environnementale, que vient apporter le cadre de gestion⁴ du château d'Espeyran ?

Henri-Luc Camplo – Espeyran est la première structure publique à signer une ORE. Nous n'avions pas de modèle pour définir son contenu avec nos co-contractants écologiques. Nous avons donc imaginé, avec le SIAF, un recueil administrativement acceptable de nos obligations écologiques qui tienne compte des spécificités d'un lieu patrimonial singulier : le Centre

national du microfilm et de la numérisation (CNMN) et le domaine d'Espeyran.

Dès la signature de l'ORE, nous avons obtenu le budget nécessaire pour produire un cadre de gestion qui traduit en actes nos ambitions, après 14 mois d'un passionnant processus d'intelligence collective. Il présente notre constat sur le monde, la méthode de l'intelligence collective, nos responsabilités, les chartes d'hospitalité du site, notre comité d'Espeyrance, la complémentarité des démarches ORE et Responsabilité sociale des organisations (RSO), le plan d'actions et enfin un lexique des concepts que nous avons partagés. Ce document est notre nouvelle boussole !

Vous avez imaginé une instance originale pour porter collectivement la mise en œuvre de l'ORE : qu'est-ce que le comité d'Espeyrance ? À quels enjeux répond-il et comment son fonctionnement est-il envisagé ?

Léa Déjeux – Le comité d'Espeyrance est un outil de consultation né du dialogue avec la société civile, qui permet d'ouvrir le débat sur les questions de la transition écologique d'Espeyran. Dès le début, l'ouverture a été au cœur de la démarche. Nos ateliers d'intelligence collective ont compté des membres d'associations, des artistes, des habitants de la commune de Saint-Gilles, des experts de la conservation et des écologues, qui ont tous trouvé des réponses dans les questions posées par la transition.

1. L'Obligation réelle environnementale (ORE) est un dispositif foncier de protection de l'environnement qui engage le propriétaire du foncier auquel elle est attachée à respecter des obligations en matière de préservation de la biodiversité, en concertation avec un organisme compétent (ici le Conservatoire des espaces naturels d'Occitanie et le Syndicat mixte de la Camargue gardoise).

2. https://chateaudespeyran.fr/convention_ore_espeyran (consulté le 2 mai 2024).

3. Isabelle de Montrichard, Léa Déjeux, Sylvie Hernandez, Florence Caudrellier, Henri-Luc Camplo, Célia Grillas, Julien Catala, Frédérique Tézenas du Montcel, Anaïs Héranval, Léa Lafournière, David Irlé, Marion Ser et Alice Rigoulay.

4. https://chateaudespeyran.fr/ore/cadre-de-gestion-espeyran_07-03-2024 (consulté le 2 mai 2024).



© Olivier Berrand – CNMN

Le comité est un laboratoire dont tout le monde peut se saisir. Il comprend les gestionnaires du site et la gouvernance de l'ORE, le conseil scientifique, élargi à des experts naturalistes ainsi qu'à des artistes et des membres de la société civile, en fonction de leur intérêt pour les questions posées : leur regard « naïf » sur la gestion d'un lieu patrimonial peut être intéressant pour questionner les évidences.

Le plus grand apport de ce comité est d'ouvrir Espeyran sur son territoire de manière forte et durable, en créant des liens de coopération pour la transition.

Quelles obligations et valeurs le château d'Espeyran se donne-t-il vis-à-vis du vivant ?

Henri-Luc Camplo – Un jour de décembre 2023, une phrase⁵ est venue confirmer l'importance du vivant sur le site internet du ministère de la Culture, rendant tangible l'ORE. Nous étions très fiers du travail accompli et de l'institution qui reconnaissait l'importance des vivants – sur lesquels notre existence repose.

Il fallait donner corps à cette affirmation et préciser nos responsabilités envers les autres espèces du site. Cette question nous convoque en tant qu'acteurs de la culture, nous qui avons pour valeurs le respect, la préservation et la transmission, mais aussi comme citoyens et individus. Cela nous oblige à réfléchir à une nouvelle forme de cohabitation. Ce changement d'attitude participe à une nécessaire transition écologique qui nous concerne tous et toutes et dont on semble percevoir, enfin, le frémissement dans nos sociétés.

Vous avez imaginé des chartes d'hospitalité de vos visiteurs, en particulier des enfants ainsi que des artistes : de quoi s'agit-il ?

Léa Déjeux – Les chartes forment un trait d'union entre Espeyran et ses parties prenantes. Elles sont le reflet de notre démarche et une invitation à participer avec nous aux réflexions de l'ORE, à créer une véritable communauté ouverte de chercheuses et de chercheurs d'ORE.

Les artistes en résidence à Espeyran sont invités à remettre en question leurs pratiques, celles du château et, plus largement, les rapports entre nature et culture. Le château a par exemple accueilli récemment une jeune artiste, Sandy Ott, qui expérimente des techniques de développement photo à partir d'éléments naturels.

Nous portons une attention particulière aux plus jeunes, qui représentent les générations futures pour lesquelles nous agissons. À travers notre vocation d'Éducation artistique et culturelle (EAC), nous incluons dans leur découverte la dimension du vivant. Nous sommes particulièrement attentifs à participer à leur éveil, ainsi qu'à leur céder un monde vivable et accueillant. Nous aspirons à leur faire découvrir l'importance de la notion de commun et à faire naître une conscience écologique, à travers les découvertes du patrimoine et du vivant.

Quelles sont les grandes orientations de votre plan d'actions pour les quatre prochaines années ?

Henri-Luc Camplo – Notre plan d'actions chiffré 2024-2027 s'inscrit dans la feuille de route de transition écologique du ministère de la Culture. Il se décline en 6 thématiques d'action, 4 zones et 10 orientations déclinées en 39 actions. Il rassemble de grands chantiers comme les travaux de restauration du patrimoine bâti et des collections qui veillent au

In tissu, œuvre de Julia Maria Lopez Mesa – résidence 2022.

5. « Le château d'Espeyran est la première institution culturelle à avoir contracté une ORE qui l'engage pour 50 ans à prendre en compte le vivant [...] en cherchant à concilier les enjeux de la biodiversité et [...] de la préservation du patrimoine architectural et paysager. »



© Séverine Bignon – CNMN

Coccinelle à 7 points.

« À Espeyran, il faut tout questionner au regard du vivant. » Ce plaidoyer qui figure dans le cadre de gestion d'Espeyran résume parfaitement la démarche, aussi singulière qu'exemplaire, à l'œuvre sur ce territoire protéiforme.

respect de l'ORE. Financer la transition écologique est crucial aujourd'hui.

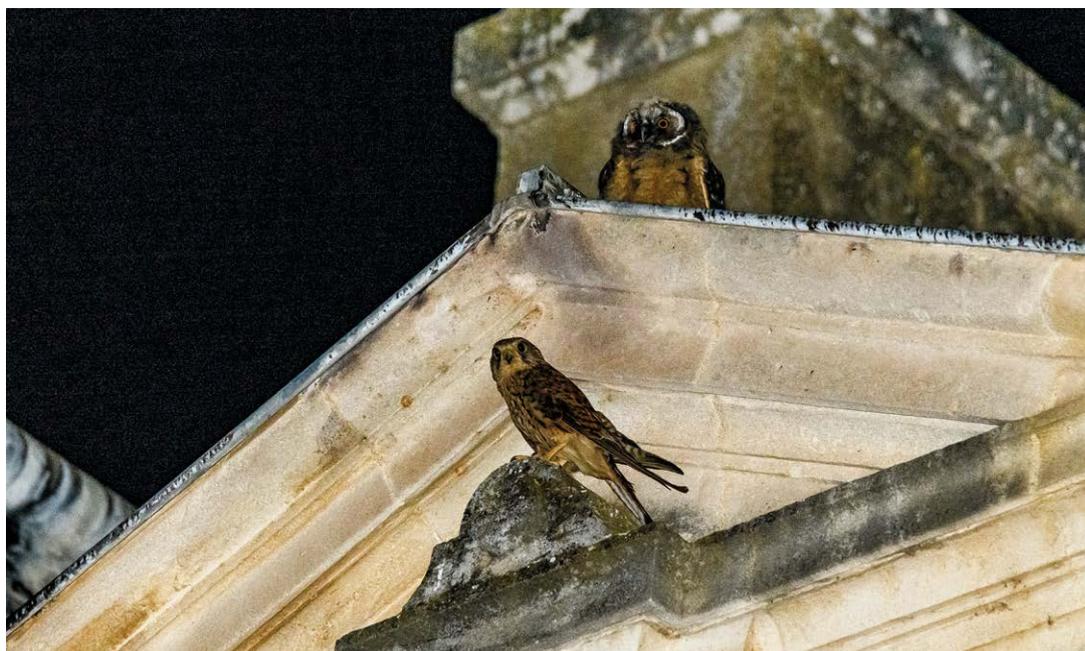
Il faut noter, néanmoins, qu'un grand nombre d'actions ne coûtent rien : ainsi, pour ne pas perturber l'importante colonie de sérotines, les travaux dans les combles seront effectués en automne-hiver lorsqu'elles partent hiberner dans les Cévennes. Par ailleurs, nombre d'actions coûteuses déboucheront sur des économies futures, car elles permettent une meilleure gestion (par le bilan carbone, la conservation préventive ou encore la gestion éco-responsable du parc). Tous ces coûts initiaux seraient à mettre au regard des gains pour la biodiversité.

Pour compléter l'effort financier du ministère, nous recherchons également des financements alternatifs dans le cadre des plans de transition européen et français (appels à projets, label « Bas carbone », mécénat éco-culturel).

Votre démarche peut-elle être une source d'inspiration pour d'autres acteurs culturels ?

Henri-Luc Camplo – Espeyran est un laboratoire de la transition écologique dont le moteur repose sur l'intelligence collective. La prise en compte de la biodiversité représente un enjeu incontournable et ne concerne pas que les espaces naturels. La filière culturelle doit intégrer ce nouvel impératif et se doter de cadres et d'outils pour agir. L'ORE est un dispositif dont elle peut se saisir à cette fin.

« À Espeyran, il faut tout questionner au regard du vivant. » Ce plaidoyer qui figure dans le cadre de gestion d'Espeyran résume parfaitement la démarche, aussi singulière qu'exemplaire, à l'œuvre sur ce territoire protéiforme. Espérons que ces idées (idéaux ?) inspirent le plus largement possible le monde de la culture. ■



Faucon crécerelle (au premier plan) et hibou moyen-duc juvénile.

© Olivier Bertrand – CNMN

Archéologie, responsabilité sociétale des organisations (RSO) et développement durable : l'exemple du département du Calvados

Les archéologues sont bien placés pour connaître les effets des changements climatiques sur les sociétés humaines, autant que l'impact de ces sociétés sur leur environnement. Paradoxalement, la prise en compte des préoccupations environnementales dans leurs pratiques professionnelles est à peine amorcée.

Depuis un an, le service d'archéologie du département du Calvados s'est engagé dans une démarche de responsabilité sociétale des organisations (RSO)¹. Celle-ci consiste à revisiter collectivement notre manière de faire de l'archéologie afin de réduire notre empreinte environnementale, tout en répondant au double enjeu de la raréfaction des ressources disponibles et de l'aspiration grandissante des agents à œuvrer dans un cadre professionnel épanouissant. Or l'intérêt d'une démarche RSO est qu'elle aborde simultanément les dimensions environnementale et sociale du développement durable.

Un constat

La mise en œuvre de cette démarche RSO est en premier lieu le résultat d'un constat global portant sur l'évolution de nos pratiques professionnelles au cours des trente dernières années. Rappelons que la finalité même de l'archéologie est de produire de la connaissance historique dans de nombreux domaines et sur le temps long. Elle est régie par les principes de la démarche scientifique d'acquisition, d'interprétation et de restitution des données.

Elle est aussi tiraillée entre deux objectifs : produire de la connaissance génératrice de sens pour les citoyens et assurer la sauvegarde d'un patrimoine désigné comme unique et menacé. Ce deuxième objectif, en raison de sa dimension anxiogène, a fini par primer sur le premier jusqu'à engendrer une forme « d'anxiété conservatrice » qui consomme de plus en plus de temps, de ressources et d'énergie. Chaque vestige archéologique fait ainsi l'objet de multiples supports d'enregistrement censés en assurer le souvenir malgré sa disparition effective du fait même

de la fouille. L'accumulation des données a pris progressivement le pas sur le travail d'interprétation. L'introduction de la photo numérique sur les chantiers de fouilles en est une illustration parfaite. Les facilités offertes par cette technologie ont eu pour conséquence une augmentation phénoménale des prises de vues, nécessitant un accroissement proportionnel du temps de travail consacré aux tâches fastidieuses et

YULÉNÉ GOURGOURY

Responsable gestion des biens archéologiques mobiliers, département du Calvados

VINCENT HINCKER

Responsable du Service d'archéologie, département du Calvados

GRÉGORY SCHUTZ

Archéologue, responsable adjoint, département du Calvados



1. [https://www.europarl.europa.eu/meetdocs/committees/dev/20020122/com\(2001\)366_fr.pdf](https://www.europarl.europa.eu/meetdocs/committees/dev/20020122/com(2001)366_fr.pdf) ; <https://www.iso.org/fr/iso-26000-social-responsibility.html> (consulté le 25 mars 2024).

Fouille d'une sépulture à Brettville-sur-Laize.



© CD 14

Ramassage des biens archéologiques mobiliers (BAM) dans des godets réutilisables en lieu et place des sacs plastiques.

répétitives de tri, de classement et d'inventaire. Dans tous les domaines de l'archéologie, une logique quantitative s'est progressivement imposée au détriment de l'approche qualitative, entraînant à la fois un gâchis de ressources et d'énergie ainsi qu'une dégradation des conditions de travail. L'objectif d'une démarche RSO est de résorber ce gâchis tout en améliorant la qualité du service rendu. C'est une invitation faite à l'équipe de réviser ses procédés d'acquisition et de traitement des données scientifiques pour les rendre à la fois plus efficaces et plus vertueux sur le plan environnemental et social.

De nouvelles synergies

Dans le cas du service d'archéologie du Calvados, la mise en œuvre d'une telle démarche a bénéficié de la conjonction de plusieurs facteurs favorables : une ambition politique portée par la collectivité, l'arrivée dans l'équipe d'une nouvelle génération plus sensible aux enjeux de l'écologie et du développement durable ainsi que la présence de « compétences clandestines », c'est-à-dire la capacité propre à certains agents à apporter des solutions pratiques et techniques aux enjeux soulevés par la démarche RSO.

Pour la mise en œuvre de cette démarche, une approche à la fois globalisante et collaborative a été privilégiée. Dès le début, l'accent a été mis sur la nécessité d'envisager chaque problématique dans toutes ses

Toute évolution de nos pratiques professionnelles jugée vertueuse sur le plan environnemental ne peut se faire au détriment du service rendu ou des conditions de travail.

dimensions environnementales et sociales sans qu'aucun sujet ne soit écarté d'office. Toute évolution de nos pratiques professionnelles jugée vertueuse sur le plan environnemental ne peut se faire au détriment du service rendu ou des conditions de travail. Les solutions utiles à plusieurs problématiques identifiées par l'équipe sont donc privilégiées. L'approche collaborative est également la condition nécessaire pour la réussite d'une démarche RSO.

Concrètement, des moments dédiés permettent de partager des problématiques et des constats auxquels il faut apporter une solution. Cela donne lieu à une discussion sur la pertinence et la priorisation des enjeux et des réponses à y apporter tout en responsabilisant l'équipe sur les contraintes techniques, administratives et budgétaires dont il faut tenir compte. L'équipe imagine ensuite des solutions qui sont testées en phase opérationnelle par des volontaires afin d'être ajustées avant un déploiement généralisé. Le retour d'expérience est également partagé collectivement pour procéder à d'autres ajustements ou pour lever d'éventuelles réserves.

Des leviers d'action

Pour mener à bien ce chantier de révision de nos pratiques professionnelles, nous avons identifié trois leviers principaux.

Le premier est la sobriété matérielle qui consiste à diminuer la quantité de ressources et d'énergie nécessaires pour mener à bien les missions du service. Le ramassage des biens archéologiques mobiliers (BAM) dans des godets plastiques réutilisables et leur lavage sur le terrain est désormais généralisé sur les fouilles. La mise en place de récupérateurs d'eau de pluie avec filtres naturels réduit la consommation et le transport d'eau potable². Désormais, les équipes sont par exemple invitées à limiter le nombre de photographies prises sur le terrain au strict nécessaire, afin que le temps ainsi dégagé soit consacré à réfléchir à la pertinence de chaque cliché et à en vérifier la qualité graphique. Là où une fouille réalisée en 2016 génèrait 5 695 photos (34 Go) pour en retenir finalement 946 (soit 84 % de perte), une fouille de même ampleur réalisée en 2023 a produit 905 clichés (4,1 Go). La sélection des clichés dès la phase de terrain réduit de fait le temps passé en phase d'étude au tri et au catalogage.

2. Voir dans ce numéro l'article de Vanessa Letellier, « Aspects et impacts environnementaux des pratiques archéologiques », p. 39.



© CD 14

Le deuxième levier est la sobriété organisationnelle qui consiste à adopter de nouvelles façons de travailler, de se déplacer et de consommer qui soient moins énergivores, plus efficaces et qui contribuent à l'amélioration du bien-être au travail. Elle consiste à interroger l'ensemble de l'équipe sur la pertinence et l'efficacité de chaque geste professionnel afin de sélectionner ceux qui apportent une véritable plus-value scientifique et patrimoniale.

Cette nouvelle organisation du travail, entremêlant la phase de fouille et les tâches auparavant reportées en phase d'étude dite de post-fouille, présente de nombreux avantages. Elle assure une meilleure préservation des mobiliers archéologiques en même temps qu'elle réduit le nombre de sachets plastiques utilisés. Elle s'accompagne aussi d'une diversification du travail au cours de la semaine et d'un partage des tâches répétitives, afin de prévenir l'usure psychique et les troubles musculo-squelettiques. Dans une même perspective de sobriété matérielle et organisationnelle, le service a conçu un système d'enregistrement numérique des données archéologiques pour limiter le nombre de supports d'enregistrement et générer automatiquement les inventaires réglementaires dont la constitution occupait jusqu'alors un temps de travail important pour des agents surqualifiés. Enfin, les archéologues du service élaborent désormais leur protocole de fouille en cherchant à optimiser les manipulations de terre afin de réduire leur empreinte carbone et les nuisances sonores générées par la circulation des engins de terrassement.

La médiation est le troisième levier de la démarche RSO du service d'archéologie du Calvados. En effet, la curiosité que suscite l'archéologie auprès des publics en fait un vecteur privilégié de sensibilisation aux enjeux environnementaux. Elle prend la forme d'ateliers et d'animations sur l'histoire des paysages, la gestion des ressources et des déchets ou encore sur les raisons de la transformation de la ville au cours du temps. L'archéologie sert ici à responsabiliser les citoyens sur leur rôle dans les mutations de l'environnement et de leur cadre de vie. L'enjeu de sobriété matérielle est à l'origine du choix d'organiser ces



© CD 14

Enregistrement numérique des données de terrain pour génération automatique des inventaires réglementaires.

Atelier pédagogique dans la médiathèque de Mondeville.

ateliers sous la forme de « résidences d'archéologues », en partenariat avec les communautés de communes qui nous accueillent dans leurs équipements culturels. Cela permet de limiter les distances de déplacements des publics tout en développant l'offre culturelle de proximité. Les participants ont ainsi l'occasion de découvrir non seulement les équipements culturels qui accueillent les ateliers mais également les richesses du patrimoine archéologique de leur territoire. Enfin, le choix de l'oralité comme support de médiation principal répond à la volonté d'adapter le discours en fonction des publics.

Conclusion

Une démarche RSO est un processus en constante évolution. Elle fédère l'équipe autour de chaque nouvelle réponse qu'elle apporte aux défis de notre temps, tout en valorisant l'apport de l'archéologie à la compréhension de ces défis. ■

Du projet de site au projet expérimental de territoire :

le cheminement du Grand Site de France de Bibracte – Morvan des Sommets

Alors que le territoire rural du Morvan dans lequel s'insère le site archéologique de Bibracte porte déjà la marque des effets du changement climatique, comment le lieu patrimonial et l'équipe qui l'anime pouvaient-ils contribuer à faire face aux défis posés par l'urgence écologique? C'est en cultivant une compétence d'animation de communauté scientifique inscrite dans les gènes de l'équipe qu'on s'est engagé dans l'action, pour élargir progressivement l'assiette territoriale et le champ disciplinaire du projet de site¹.

VINCENT GUICHARD

Directeur général de Bibracte
Établissement public de coopération
culturelle (EPCC)

Un projet territorial expérimental

C'est pour mettre sur pied et animer dans la durée un programme de recherche archéologique international qu'a été mis en place par étapes depuis 1984 l'établissement public gestionnaire du mont Beuvray, site de l'antique Bibracte². Le contexte territorial est une région de basse montagne à faible densité de population, largement investie par la forêt qui a bénéficié de la déprise agricole continue du xx^e siècle. Les systèmes de production agricole et sylvicole à visée productiviste qui y ont été mis en place depuis le

milieu du xx^e siècle peinent à s'adapter aux nouvelles conditions socio-économiques et climatiques, avec même une acceptabilité sociale de plus en plus difficile pour la sylviculture en raison de son impact paysager. À l'inverse, la popularité accrue du tourisme vert et de proximité, avec un impact positif de la pandémie, se traduit par un frémissement de l'économie présente, mais son développement est freiné par les faiblesses des services. Enfin, l'exode rural cumulé à l'arrivée de populations nouvelles « néo-rurales » pose le problème de la cohésion sociale du territoire. Face à ces enjeux, le massif du Morvan, situé aux confins de quatre départements, a été organisé dès 1970 en parc naturel régional, mais l'action du parc souffre de l'écartèlement de son territoire entre de nombreuses collectivités territoriales, ce que la loi NOTRe de 2015³ n'a fait que renforcer en donnant plus de poids aux communautés de communes.

Un ancrage dans le paysage

L'engagement du gestionnaire dans la politique des Grands Sites de France (GSF), légitimée par le fait que le mont Beuvray est protégé au titre des Sites, a servi de support, pour ne pas dire de prétexte, pour initier un projet territorial qui est envisagé comme un laboratoire d'expérimentation du parc régional. Pour cela, on s'appuie résolument sur ce qui est le fondement de la politique GSF, à savoir la démarche paysagère,

1. La présente contribution s'appuie sur le travail d'un collectif mobilisant les habitants et les élus de douze communes rurales et des experts issus de différents champs professionnels et scientifiques, sous la houlette d'une équipe opérationnelle regroupant pour tout ou partie de leur temps de travail une douzaine de chargés de mission et de bénévoles issus de plusieurs organismes. Les organismes partenaires sont en 2024 (hors programme de recherche archéologique sur le mont Beuvray) : AgroParisTech (UFR Agriculture comparée, Palaiseau), et Laboratoire SILVA, Nancy), Association CHEMINS (Glux-en-Glenne), Chambres d'agriculture de la Nièvre et de la Saône-et-Loire, Ethnopôle de la Maison du

patrimoine oral de Bourgogne (Anost), Groupement d'intérêt écologique et économique du mont Beuvray, Institut des sciences de la Terre d'Orléans (UMR CNRS 7327), Laboratoire Archéorient (UMR CNRS 5133, Lyon), Laboratoire Biogéosciences (UMR CNRS 6282, Dijon), Laboratoire de géographie physique (UMR CNRS 8591, Paris), Office national des forêts, Parc naturel régional du Morvan, Réserves naturelles de France, SAFER de Bourgogne-Franche-Comté, Unité de service MOSAIC (Muséum national d'histoire naturelle, Paris), Université Mendel/Faculté de foresterie (Brno), Université de Grenoble/MEMOLab. Pour en savoir plus : <https://grandsite-bibracte-morvan.fr/> (consulté le 20 mars 2024).

2. Vincent Guichard, « Bibracte : la deuxième vie d'une ville gauloise », *Culture et Recherche*, n° 142, 2022, p. 113-117.

3. Promulguée le 7 août 2015, la loi portant sur la nouvelle organisation territoriale de la République (NOTRe) confie de nouvelles compétences aux régions et redéfinit les compétences attribuées à chaque collectivité territoriale : <https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000030985460/> (consulté le 20 mars 2024).



© Bibracte/Arnaud Meunier 2020, n° 128990

Coupe rase d'une parcelle d'épicéas dans l'enceinte de la ville antique de Bibracte, à la suite de l'attaque massive d'un parasite, le scolyte, sur un peuplement affaibli par les sécheresses répétées.

entendue comme « un processus collectif où l'avis de chacun est pris en compte, dont la spécificité territoriale est le point de départ, le substrat écologique et le continuum historique le fondement, et qui est capable d'imaginer des projets complexes où l'attachement aux lieux alimente leur capacité de développement durable », selon une définition empruntée au collectif des Paysages de l'après-pétrole qui met en exergue les vertus de cette approche, également soulignées par la convention européenne du paysage : appréhension holistique des enjeux d'un territoire et capacité à mobiliser les parties prenantes à partir d'un attachement partagé, dont la dimension affective complète ainsi utilement la notion de dépendance mise en avant ces dernières années par Bruno Latour pour reconnecter le monde « dans lequel on vit » au monde « dont on vit »⁴. Le patrimoine dans son acception la plus large peut être mobilisé pour servir ce projet, en considérant sa capacité à devenir un commun, au sens où on l'entend depuis les travaux pionniers d'Elinor Ostrom⁵, à savoir une ressource qui suscite un attachement partagé auprès d'un groupe de personnes qui en assure la gestion en se dotant de règles en vue d'en garantir la pérennité.

L'attachement au territoire comme facteur de développement

L'accroissement progressif des ambitions de la démarche GSF, au rythme du renouvellement du label, tous les six ans, a conduit à franchir une nouvelle étape en 2022. Le programme d'action s'étend désormais sur un petit territoire de projet de 420 km², soit cinq fois la surface de Paris *intramuros*... pour moins de 4 000 habitants répartis dans douze communes. Son contour, issu d'une concertation locale, principalement avec les élus municipaux, correspond véritablement à un objet d'attachement partagé, le Morvan des Sommets. Une clé de réussite de la démarche est donc de parvenir à constituer les

habitants de ce territoire en une communauté patrimoniale active, en surmontant le découpage administratif qui le répartit sur deux départements et trois communautés de communes.

L'implication progressive d'un nombre croissant d'acteurs de la recherche résulte pour partie de la nécessité de réunir des moyens pour prendre en compte les enjeux du territoire dans leur diversité. Une impulsion déterminante a été donnée dans les années 2010 par une équipe d'anthropologues issue du Laboratoire d'excellence (LabEx) Innovation et territoire de montagne (Grenoble), dont l'intervention a aidé à identifier les motifs d'attachement partagés et à révéler un motif déterminant, le réseau exceptionnellement dense, mais négligé, de chemins ruraux, dont la mise en valeur, très mobilisatrice, fait désormais l'objet de la contribution du GSF à un projet de recherche-action relatif au développement

4. Pour une approche synthétique, voir Laura Fernandez Rodriguez, « L'hymne au local de Bruno Latour », *La Gazette des communes*, 10 octobre 2022 : <https://www.lagazettedescommunes.com/748075/bruno-latour-en-situation-de-crise-il-faut-redecrire-son-territoire/> (consulté le 20 mars 2024).

5. Elinor Ostrom, *La gouvernance des biens communs. Pour une nouvelle approche des ressources naturelles* [1990], De Boeck Supérieur, coll. « Planète en jeu », 2010, 301 p.

Vue de l'exposition « Portrait de territoire : le pays du Beauvray », présentée au musée de Bibracte durant les saisons 2020 et 2021, avec le dispositif central mobilisant le regard croisé de scientifiques sur le territoire (conception : ON-SITU).



© Bibracte/Antoine Maillet 2020, n° 124225



© Ninon Bonzom

Illustration de Ninon Bonzom extraite du *Carnet d'arpentage de Glux-en-Glenne* (2020).

6. SECReTour est un projet transformateur visant à mettre le tourisme culturel au service du développement durable. Il cherche à promouvoir le tourisme culturel durable en renforçant les communautés locales, en élaborant une approche du tourisme équitable, créatif et durable, et en testant divers cas pilotes européens.

du tourisme rural soutenu par le programme Horizon Europe, *Innovative Cultural Tourism in European peripheries* (INCULTUM, 2021-2024), avec un nouveau développement, SECReTour⁶ (2024-2026), qui s'attachera plus spécialement à explorer la pertinence du concept de communauté patrimoniale territoriale, y compris dans ses implications pratiques en tant que facteur propice au déploiement d'un dispositif d'entreprenariat de territoire.

Au cœur du projet : les acteurs locaux

Le levier culturel et artistique est déployé pour conforter la communauté patrimoniale, en contribuant à la fois à une vision partagée des ressources et des enjeux du territoire fondée sur des connaissances objectivées apportées par les experts et les savoirs « situés » des habitants eux-mêmes, et à une mise en récit du territoire qui puisse renforcer la cohésion de

la communauté et son désir d'agir. Ce levier utilise principalement deux dispositifs qui s'appuient sur le réseau de chemins considéré comme une vaste scène ouverte : des *Carnets d'arpentage* élaborés lors de résidences par un collectif de paysagistes à partir de la parole des habitants recueillie long des chemins ; et des *Balades attentionnées* à thème conçues avec les communautés villageoises, croisant paroles d'experts

Chantier de bénévoles pour la restauration du mur bordier d'un chemin désaffecté sur les pentes du mont Beuvray.



© Bibracte/Antoine Maillet, 2023, n° 141239



© Jean-Luc Luyssen

et paroles d'habitants, et mobilisant des interventions artistiques destinées à déplacer le regard. Ce dispositif a jusqu'à présent été surtout financé par le programme européen Liaison entre action de développement de l'économie rurale (LEADER) destiné à favoriser l'émergence de projets collectifs en milieu rural, avec un complément de l'État (ministère de la Culture et ministère de la Transition écologique).

Les enjeux forestiers et agricoles sont pris en compte dans le cadre de deux actions parallèles qui émergent au Partenariat européen d'innovation pour l'agriculture et la foresterie (PEI-AGRI), un dispositif appuyé sur le Fonds européen agricole pour le développement rural (FEADER) qui est mis en œuvre à l'échelon régional, comme le programme LEADER. L'approche par le paysage est résolument mise en avant pour créer un espace de concertation dans le premier cas, identifier des zones d'expérimentation prioritaires dans le second.

La prise en compte de l'enjeu fondamental de l'eau, commun par excellence, a quant à lui obligé à des candidatures répétées avant d'être retenue par un appel à projets lancé en 2022 par l'Agence nationale de la recherche en vue d'aider au développement de la Science avec et pour la société (SAPS). Sous l'acronyme COUDRIER, cette action consiste à croiser différentes expertises de la ressource en eau (hydrogéologie, climatologie, histoire et archéologie) avec les savoirs locaux, à partir d'une enquête qui se fonde une fois encore sur des entités paysagères cohérentes, en l'occurrence des micro-bassins-versants qui illustrent la diversité des scénarios du territoire en matière de nature et de gestion de la ressource.



© Jean-Luc Luysse

Intervention du collectif Les 400 mètres lors d'une balade attentionnée à Villapourçon, dans le cadre de l'édition 2022 des « Entretiens de Bibracte », *Dans les prés !*

Dans toutes ces approches thématiques, on a le souci de mettre les acteurs locaux au centre des dispositifs de recherche-action, sous la forme de groupes de travail animés par un membre de l'équipe opérationnelle du GSF, avec des objectifs de montée en compétences et de définition de projets concrets, comme la mise en place d'une stratégie de tourisme itinérant ou la structuration de l'offre alimentaire que les paysans peuvent proposer aux visiteurs du territoire.

Conclusion

Au total, le dispositif à l'œuvre en 2024 peut à bien des égards être considéré comme un laboratoire vivant (*Living Lab*) dont l'objectif est d'explorer la capacité de la démarche paysagère à aider à la mise en place d'un projet de territoire durable et inclusif grâce au déploiement d'un mode ouvert d'innovation⁷. La principale réserve que l'on discerne pour prétendre à cette appellation est sa précarité financière, son économie étant quasi uniquement fondée sur des ressources publiques acquises, non sans efforts, auprès d'appels à projet, sa stratégie de projet-processus étant de ce fait subordonnée aux aléas budgétaires. Le principal défi des années à venir est bien de créer les conditions d'une pérennisation du dispositif. Faute d'espérer encore que les appels à projet cessent d'être la forme privilégiée de soutien public à l'innovation territoriale, avec un impact par nature très limité dans le temps, il s'agit de tenter de mieux articuler l'action des acteurs économiques pour produire plus de richesse au service du commun territorial. ■

7. Arnaud Caillerez, Steve Joncoux et David Guimont, « Les *Living Labs* : une approche facilitant les innovations sociales, le développement des territoires et des communautés », *Interventions économiques*, n° 68, 2022, p. 4-12 : <https://doi.org/10.4000/interventionseconomiques.17070>



Concert du quatuor Léonis dans l'étable de la ferme du Rebout (Saint-Léger-sous-Beuvray) lors de l'édition 2022 des « Entretiens de Bibracte », *Dans les prés !*

À l'interface du patrimoine culturel et du changement climatique :

le soutien du programme Horizon Europe et de la *Joint Programming Initiative on Cultural Heritage* (JPI CH) à la recherche

Dans son rapport *Renforcer la résilience du patrimoine culturel face au changement climatique*¹, le groupe d'experts de la « méthode ouverte de coordination » de l'Union européenne (UE)² a dressé un sombre tableau de l'avenir européen en alertant sur le manque de sensibilisation et d'action des États membres et au niveau de l'UE. Il met également en avant la recherche comme un moteur indispensable pour rendre le patrimoine culturel résilient³. Dans cette perspective, le programme Horizon Europe et d'autres programmes transnationaux, tels que la *Joint Programming Initiative on Cultural Heritage* (JPI CH), jouent des rôles importants dans l'avancement des connaissances et l'évolution de la politique.

SHANGYUN SHEN

Chargé de projets, Fondation des sciences du patrimoine

Le programme Horizon Europe

Le principal instrument financier de la recherche et de l'innovation, Horizon Europe, est le programme-cadre de l'Union européenne pour la période 2021-2027. Doté d'un budget de 95,5 milliards d'euros, il vise à atteindre les priorités de l'UE en renforçant sa base scientifique, sa compétitivité industrielle et l'accès des chercheurs et chercheuses à l'excellence. Le programme devrait permettre de répondre à des défis d'ampleur mondiale dans des

domaines cruciaux, comme le changement climatique, et de contribuer à la réalisation des objectifs de développement durable. Effectivement, plus de 35 % de ses dépenses sont allouées à la question climatique⁴.

Horizon Europe est mis en œuvre à travers des appels à projets, regroupant notamment les appels thématiques en « Piliers ». Son soutien à la recherche culturelle se retrouve principalement dans le « Pilier » 2 « Culture, créativité et société inclusive », avec l'objectif de renforcer la gouvernance démocratique et la participation des citoyens, de sauvegarder et de valoriser le patrimoine culturel, et de contribuer aux transformations sociales, économiques, technologiques et culturelles multi-facettes. Dans cet esprit, le « Pilier » 2 se compose de plusieurs « pôles », axes de recherches appartenant aux Sciences humaines et sociales. Nous nous concentrerons sur le « pôle » « Culture, créativité et société inclusive », dont relève le patrimoine culturel.

Dans le « Plan stratégique 2021-2024 d'Horizon Europe », l'impact escompté est souligné ainsi :

« Le plein potentiel du patrimoine culturel, des arts et des secteurs de la culture et de la création en

1. Commission européenne, Direction générale de l'éducation, de la jeunesse, du sport et de la culture, *Renforcer la résilience du patrimoine culturel face au changement climatique. Synthèse du rapport rédigé par le groupe d'experts des États membres institué dans le cadre de la méthode ouverte de coordination de l'Union européenne*, Office des publications de l'Union européenne, 2022 : <https://data.europa.eu/doi/10.2766/007821>

2. La méthode ouverte de coordination (OMC en anglais) est un mode de coordination non contraignant des politiques publiques des différents États membres de l'UE.

3. European Commission, Directorate-General for Education, Youth, Sport and Culture, *Strengthening cultural heritage resilience for climate change: Where the European Green Deal meets cultural heritage*, Publications Office of the European Union, 2022 : <https://data.europa.eu/doi/10.2766/44688>

4. European Commission, Directorate-General for Research and Innovation, *Horizon Europe, the EU research and innovation programme (2021-2027): For a green, healthy, digital and inclusive Europe*, Publications Office of the European Union, 2021 : <https://data.europa.eu/doi/10.2777/052084>



Structuration du programme Horizon Europe.

tant que vecteurs d'une innovation durable et d'un sentiment européen d'appartenance est concrétisé grâce à une concertation continue avec la société, les citoyens et les secteurs économiques ainsi qu'à travers une meilleure protection, restauration et promotion du patrimoine culturel⁵.

Le patrimoine culturel et les industries culturelles et créatives sont placés au cœur même de l'économie européenne et de son développement durable. Dans ce contexte, les activités de recherche et d'innovation s'orienteront vers trois domaines prioritaires dits « Vert », « Numérique » et « Innovant ». Pour le domaine « Vert », la recherche devra soutenir les industries culturelles et créatives, afin de transformer les défis climatiques en opportunités, de développer des technologies respectueuses de l'environnement pour préserver le patrimoine culturel et de renforcer la capacité de gestion des menaces anthropiques.

Ainsi, les deux premiers appels à projets du champ « Culture, patrimoine culturel et créativité » relèvent cette année du domaine « Vert ». L'un concerne le programme Nouveau Bauhaus européen⁶, cherchant des modes de vie plus écologiques et équitables à travers les arts, la culture, l'architecture et le design pour tous ; l'autre porte sur la transition climatique durable des industries culturelles et créatives. Cette approche visant à promouvoir un patrimoine culturel européen vert se manifeste plus que dans les projets financés lors des appels précédents. Par exemple, *GoGreen*, dans lequel la France est impliquée, essaie de développer des pratiques de conservation préventive et curative basées sur des principes écologiques, afin de mener la révolution verte dans le domaine de la conservation⁷.

En anticipant l'avenir, la « Priorité verte » devrait demeurer une préoccupation importante. L'analyse *ex ante* du Plan stratégique 2025-2027 continue d'identifier le patrimoine culturel dans le contexte

de changement climatique comme l'une des lacunes de la recherche⁸, soulignant la détermination de la Commission européenne à soutenir la recherche qui pourra contribuer au Pacte vert.

Le programme Joint Programming Initiative on Cultural Heritage (JPI CH)

Avec la volonté de poursuivre le programme-cadre précédent, Horizon 2020, la Commission européenne a introduit en 2008 les initiatives de programmation conjointe, un processus intergouvernemental flexible visant à faire davantage converger les investissements en recherche et en innovation et les ressources dépensées aux niveaux nationaux. Parmi les dix initiatives, la JPI patrimoine culturel (JPI CH), coordonnée par la France, est la seule relevant des sciences humaines.

Dans sa vision fondatrice de 2010, la JPI CH avait déjà identifié le changement climatique comme un défi majeur pour le patrimoine culturel. Cela avait été réitéré dans son nouvel *Agenda stratégique de recherche et d'innovation* publié en 2020, où le sujet apparaît de nouveau comme une priorité⁹.

Afin d'amplifier son engagement dans cette entreprise, la JPI CH collabore depuis 2019 avec une autre JPI portant sur la connaissance climatique (JPI Climate). Ces travaux débouchent sur un *Livre blanc* conjoint trois ans plus tard. Après une revue exhaustive de la littérature, ce document clé identifie les lacunes et les priorités de recherche à l'interface du patrimoine culturel et du changement climatique, et propose des instruments de collaboration entre et au-delà des deux initiatives¹⁰.

En 2023, les deux JPI se sont associées au Belmont Forum, un réseau de financement mondial, et ont lancé l'appel transnational à propositions « Climat et patrimoine culturel. Recherche collaborative pour

5. European Commission, Directorate-General for Research and Innovation, *Horizon Europe strategic plan 2021-2024*, Publications Office of the European Union, 2021 : <https://data.europa.eu/doi/10.2777/083753> (consulté le 20 mars 2024).

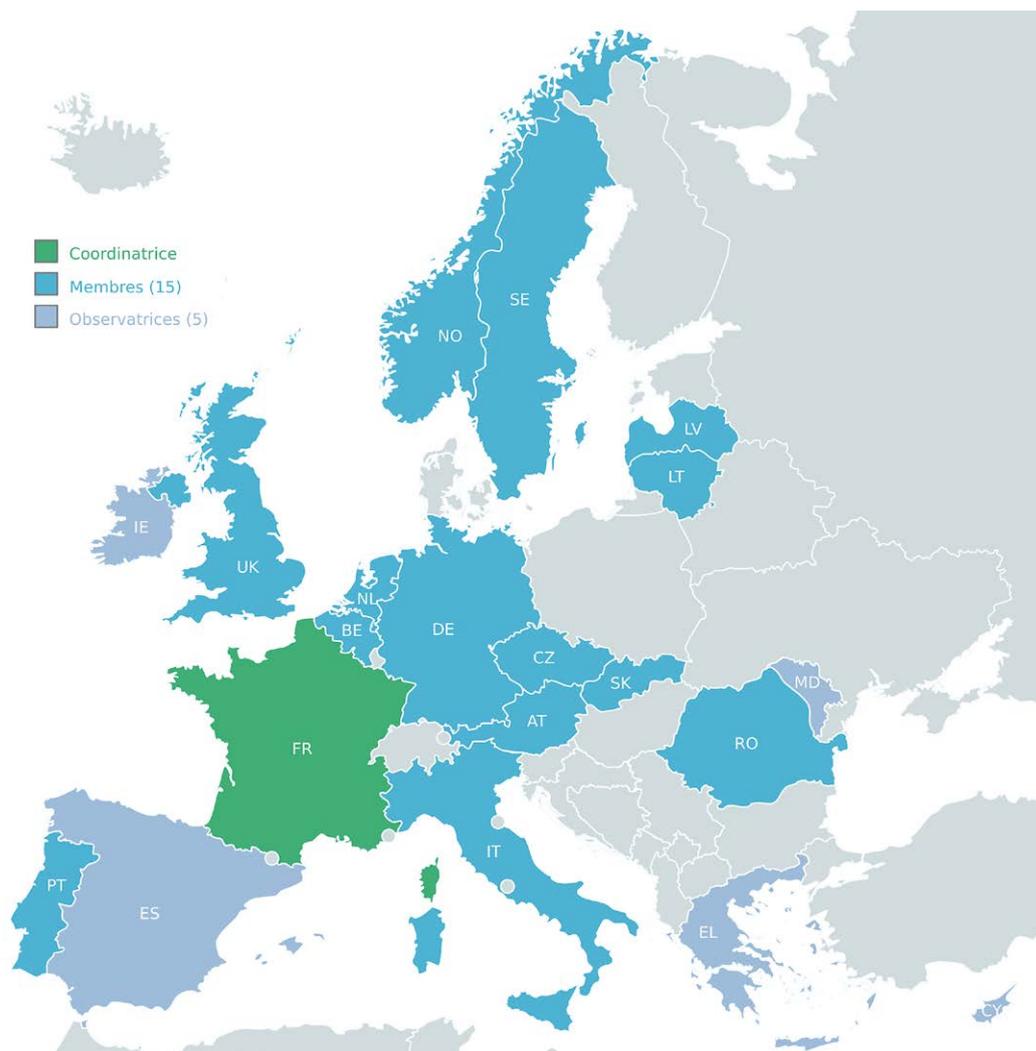
6. Le Nouveau Bauhaus européen est un projet environnemental, économique et culturel qui vise à combiner conception, durabilité, accessibilité, caractère abordable et investissement afin de contribuer à la réalisation du Pacte vert pour l'Europe : https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/fr/ip_21_4626 (consulté le 20 mars 2024).

7. European Commission, Directorate-General for Research and Innovation, EU Research and Innovation, *Driving a green, digital & innovative European cultural heritage: Building our future from the past*, Publications Office, 2021 : <https://data.europa.eu/doi/10.2777/218459> (consulté le 20 mars 2024).

8. European Commission, Directorate-General for Research and Innovation, *Horizon Europe strategic plan 2025-2027 analysis*, Publications Office of the European Union, 2023 : <https://data.europa.eu/doi/10.2777/637816> (consulté le 20 mars 2024).

9. <https://www.heritageresearch-hub.eu/joint-programming-initiative-on-cultural-heritage-homepage/joint-programming-initiative-on-cultural-heritage-about/> (consulté le 7 mars 2024).

10. Christopher Ballard et al., *Cultural Heritage and Climate Change: New challenges and perspectives for research*, JPI Cultural Heritage & JPI Climate, 2022.



Membres, observatrices et coordinatrice de la JPI CH.

© Shangyuan Shen

11. <https://www.heritageresearch-hub.eu/result-announcement-climate-and-cultural-heritage-cra-cch-2023/>
12. European Commission, Directorate-General for Research and Innovation, Horizon Europe, *Co-funded and co-programmed European Partnerships under the second Horizon Europe Strategic Plan: Draft concept papers for proposed candidate partnerships*, 2023 : https://research-and-innovation.ec.europa.eu/system/files/2023-07/ec_rtd_candidate-list-european-partnerships.pdf

répondre aux défis urgents ». Il a mobilisé plus de 15 millions d’euros provenant de quinze pays participants en Europe, en Amérique du Nord et en Asie. Après évaluation, 16 projets ont été sélectionnés pour financement, couvrant une grande variété de sujets : du matériel à l’immatériel, de l’évaluation des risques à l’adaptation au climat, des savoirs autochtones aux méthodes innovantes, des côtes atlantiques aux pâturages alpins, etc. Cette diversité témoigne de la complexité de la recherche culturelle face aux défis environnementaux. Comme cela est souligné dans le texte de l’appel, le patrimoine culturel peut également

jouer un rôle actif dans la transition vers des modèles socio-économiques plus durables. Par exemple, le projet RETRACE, mené par la France en collaboration avec la Norvège et les États-Unis, développera un système d’aide à la décision pour la représentation, la compréhension et la mise en œuvre de stratégies de résilience locales, en intégrant diverses formes de savoirs traditionnels¹¹.

Enfin, les membres de la JPI CH travaillent actuellement à un « Partenariat européen pour le patrimoine culturel résilient », un autre mécanisme dans le programme Horizon Europe visant à réunir la Commission européenne et des partenaires privés et/ou publics. Ce partenariat permettrait de renforcer les moyens de sauvegarder le patrimoine culturel européen et de contribuer à la neutralité climatique dans d’autres secteurs en promouvant les pratiques, les techniques et les matériaux traditionnels et innovants issus de la recherche sur le patrimoine¹². ■



© Anthony Guerra

Lancement du Livre blanc à Paris le 15 mars 2022.

Pour aller plus loin :

Heritage Research Hub, plateforme créée par la JPI CH et site-ressource pour les politiques et les stratégies de recherche sur le patrimoine culturel : <https://www.heritageresearch-hub.eu>

Des approches sensibles pour penser les transformations des milieux de vie : expériences de recherche-crédation dans le projet Sensibilia, Agence nationale de la recherche (ANR)

On peut très bien comprendre les processus de la crise écologique, au gré des alertes sur la perte de la biodiversité et le changement climatique mais, faute d'en éprouver les mutations, se sentir peu affecté et concerné par ceux-ci. Penser la transition socio-écologique est un exercice qui appelle à revisiter notre relation sensible au monde et les catégories employées pour décrire cette relation¹.

L'air que nous respirons, le sol sur lequel nous marchons, les ambiances de nos villes sont des dimensions quotidiennes de l'expérience dont les mutations sont souvent imperceptibles et ignorées². La crise écologique se joue aussi dans des domaines infra-sensibles et ordinaires. Comment enquêter sur ces sensations ténues, transitives, vagues, sans descripteurs établis pour qu'elles soient nommées et partagées³ ?

Le projet Sensibilia : sensibilités à l'épreuve de l'Anthropocène

La recherche Sensibilia⁴ poursuit un double objectif. Elle met à l'épreuve des transformations écologiques contemporaines les concepts hérités pour analyser l'expérience sensible des milieux de vie, tels que le paysage, l'ambiance, l'atmosphère, le milieu, l'esthétique environnementale ou encore l'éco-somatique. Par ailleurs, elle fait porter l'attention sur les manières de sentir, individuelles et collectives, en relation avec les transformations écologiques contemporaines.

Cet abord valorise la sensibilité comme une puissance d'intensification et de transformation de notre relation au monde, et pas simplement comme une réception passive⁵. En cela, cette recherche va au-delà de travaux qui prêtent attention à la lisibilité des conséquences de nos actions⁶, en s'intéressant à un large spectre de modalités sensorielles et attentionnelles.

La recherche comprend trois axes principaux : une bibliographie raisonnée⁷, des séminaires de recherche⁸ et le déploiement de quatre cas d'étude (appelés « chantiers », sur les thèmes de l'imprégnation des lieux par la respiration, du soin des vivants par la géobiologie, de l'expérience sensible de la basse atmosphère et des écologies métropolitaines). Ces chantiers donnent une large place à des processus de recherche-crédation. La présentation du projet se poursuit par l'exposé de deux d'entre eux.

1. Nathalie Blanc, *Vers une esthétique environnementale*. Quæ, 2008 : <https://www.cairn.info/vers-une-esthetique-environnementale--9782759201129.htm> ; Estelle Zhong Mengual et Baptiste Morizot, « L'illisibilité du paysage. Enquête sur la crise écologique comme crise de la sensibilité », *Nouvelle Revue d'esthétique*, vol. 22, n° 2, 2018, p. 87-96 : <https://doi.org/10.3917/nre.022.0087> (consulté le 11 mars 2024).

2. David Abram, *Comment la terre s'est tue. Pour une écologie des sens*. La Découverte, coll. « Les empêcheurs de penser en rond », 2013 ; Anna Lowenhaupt Tsing, *Le champignon de la fin du monde. Sur la possibilité de vivre dans les ruines du capitalisme*. La Découverte, coll. « Les empêcheurs de

penser en rond », 2017 ; Jean-Paul Thibaud, *En quête d'ambiances. Éprouver la ville en passant*. MétisPresses, 2015.

3. Donna J. Haraway, *Staying with the Trouble: Making Kin in the Chthulucene*. Duke University Press, 2016.

4. <https://sensibilia.hypotheses.org/1> (consulté le 11 mars 2024). Le projet « Sensibilia – Sensibilités à l'épreuve de l'Anthropocène » (ANR-20-CE22-0006) est financé par l'Agence nationale de la Recherche.

5. François Laplantine, *Le social et le sensible. introduction à une anthropologie modale*. Téraèdre, 2005 ; Évelyne Grossman, *Éloge de l'hypersensible*. Minuit, 2017.

SUZEL BALEZ

Professeure, École nationale supérieure d'architecture (ENSA) Paris-La Villette et UMR CNRS « Ambiances, Architectures, Urbanités », Centre de recherche sur l'espace sonore et l'environnement urbain (CRESSON)

OLIVIER LABUSSIÈRE

Chercheur CNRS, Laboratoire de sciences sociales Pacte (UMR CNRS 5194), Université Grenoble-Alpes et Institut d'études politiques de Grenoble.

6. Bruno Latour, *Face à Gaïa. Huit conférences sur le nouveau régime climatique*. La Découverte, 2015.

7. <https://sensibilia.hypotheses.org/category/lectures> (consulté le 11 mars 2024).

8. <https://www.canal-u.tv/chaines/aau/sensibilia> (consulté le 11 mars 2024).

Comment donner de l'importance à l'expérience ordinaire de la respiration ?

Le chantier « Imprégnations atmosphériques » explore les mondes de l'air, en prêtant attention à leurs qualités, à leurs conditions et à leurs effets. C'est donc l'expérience ordinaire, partagée et diffuse de l'air qui se trouve au cœur de nos préoccupations, et qui s'est notamment déployée dans le contexte de la Covid-19. Le chantier est organisé autour de trois questions : comment l'air devient-il manifeste ? Comment transforme-t-il l'expérience ? Comme entre-t-il en politique ?

Cette recherche-création revêt différentes formes, à plusieurs stades de l'enquête : des protocoles d'observations et de relevés proches de l'auto-ethnographie collective, des « jeux » pour contribuer à l'analyse de données de terrain, des « oralisations » pour approfondir les réflexions autour de ces mêmes données et pouvoir mieux les partager et, *in fine*, des formes d'exposition en cours de constitution.

Une partie du chantier « Imprégnations atmosphériques » a consisté en une collecte d'anecdotes relatives à l'air et à la respiration. Le corpus constitué d'environ cent cinquante courts récits (voir quelques exemples en encadré) a été transformé en un jeu de cartes, mobilisables à la manière d'un jeu des 7 familles : le « jeu des respiris ». Cette forme a permis de constituer de façon empirique des regroupements d'anecdotes pour identifier des qualités et des descripteurs partagés, et dégager des pistes d'analyse.

En complément de cette analyse, les chercheuses et les chercheurs ont testé des façons d'oraliser ces anecdotes, pour poursuivre l'analyse de ces récits à travers les conditions de respiration qu'ils mettent en jeu. Une formatrice (actrice et sage-femme) a aidé les chercheuses et chercheurs à explorer les possibilités offertes par ce mode d'expression. Il apparaît que l'expérience de la mise en voix et de l'écoute amène de nouveaux éléments d'analyse et de communication, le plus souvent au travers des liens entre la respiration

décrite et la respiration effective. Ces anecdotes oralisées suscitent un projet de création sonore et ouvrent la perspective d'une exposition spatiale et digitale.

À la rencontre de la strate anthropocénique

Le chantier « Strates » est né de la rencontre entre des chercheuses et des chercheurs, travaillant sur l'expérience sensible des milieux de vie dans l'Anthropocène, et l'artiste plasticien Yves Monnier. Yves Monnier demande au paysage sa participation à la création d'une image : des images numériques sont imprimées sur un film autocollant, collé sur un panneau de Fermacell® et détourné pour créer le négatif de l'image. Après un temps de dépose en extérieur, à l'horizontal, durant lequel ce pochoir s'imprègne de tout ce qui vient s'y présenter, le négatif est décollé pour en révéler un positif atmosphérique.

Dans la cuvette grenobloise, où l'atmosphère agit comme un collecteur des rejets anthropiques, quinze jours suffisent pour obtenir du paysage sa participation à la création d'une image. Dans le cadre de ce projet de recherche-création, les pochoirs sont déposés dans une vingtaine de lieux dans la métropole, selon trois lignes thématiques parcourant le territoire du fond de vallée aux hauteurs des massifs : l'une suit les émissions de pollens à la belle saison, la seconde visite les sites industriels et les chantiers métropolitains contemporains, la dernière sillonne les parois rocheuses du Vercors. Les pochoirs sont révélés avec des collectifs habitant les lieux de dépose (élèves d'école primaire, collégiens, étudiants en école d'art, salariés, membres associatifs, résidents). L'image interroge et fait parler. Elle rend visible ce que l'on respire.

Ce dispositif artistique soutient une activité collective de re-description de l'atmosphère par les attachements sensibles, lesquels convoquent récits biographiques et expériences du paysage. L'atmosphère quitte le champ strict de la météorologie pour



Révélation d'un pochoir avec des publics au lac de Freydières (Isère).



Pochoir « Hêtre ».



© Suzel Batez

Révélation d'un pochoir avec des publics à Grenoble (Isère).

devenir une entité hybride, source d'attention et d'interrogation, de spéculation et de mobilisation. Les chercheuses et chercheurs réalisent un film qui documente ce processus (la réalisation des pochoirs), recueille les récits des habitants et porte un regard renouvelé sur le paysage atmosphérique. Ces formes sensibles (pochoirs, film, texte, création plastique) ont été exposées dans deux centres d'art en Isère et en Savoie, et seront programmées pour la Biennale arts sciences Experimenta⁹ en février 2025.

Sensibiliser l'enquête de terrain

Plusieurs observations, concaténées, peuvent être retirées de l'expérience en cours. La recherche Sensibilia interroge le lien entre l'écologie et le sensible, à travers l'attention portée à des expériences diffuses. Cela a déplacé nos modalités attentionnelles, nos techniques d'enregistrement et nos manières d'écrire à propos de ces expériences. Il n'est bien souvent pas possible de se porter au-devant de ces phénomènes infra-sensibles sans développer une culture sensorielle nouvelle. Cela est engageant : chaque enquêteur et enquêtrice étant mis au défi de déplacer ses seuils de sensibilité, pour se fabriquer des repères et des capacités d'observation renouvelés. Cela a modifié les manières d'enquêter, dans le sens d'un dialogue continu et souvent expérimental entre des techniques d'enquête classiques (par exemple, la collecte de récits ou le dépouillement d'archives) et des médias mobilisés pour l'occasion (par exemple, l'enregistrement filmique et sonore). Cela a modifié les manières d'écrire à propos de ces expériences, en raison des médias mobilisés et de la nature des traces hétérogènes produites.

Conclusion

La recherche Sensibilia a été organisée de façon à consacrer la dernière année à l'écriture des formes sensibles (filmiques, sonores, plastiques ou textuelles) et à la conception de formats pour les partager avec des publics. Cela conduit à imaginer différemment nos écritures en trouvant les voies d'un dialogue mutuel

entre des formes académiques et non académiques, en mettant en dialogue différentes formes et différents espaces de diffusion de la recherche (publications, communications, projections, expographies). La qualité de ce dialogue peut être mise à l'épreuve par des contraintes pratiques et scénographiques, liées aux espaces et aux temps disponibles pour présenter ces formes. C'est un pari ambitieux qui connaît de premières concrétisations. Il porte la promesse d'intéresser à la recherche en cours et aux expériences dont elle est vectrice de plus larges publics intéressés par l'une ou l'autre de ces formes et, pourquoi pas, la complexité permise par leur dialogue. ■

9. <https://www.experimenta.fr/> (consulté le 11 mars 2024).

Anecdotes d'imprégnations atmosphériques (extraits)

Souvenirs de crise d'asthme : « J'ai cette fois oublié ma Ventoline et je suis de plus en plus gêné pour respirer au cours de la soirée. Mais j'ai pris une drôle d'habitude, celle de ne rien dire de cette gêne (et puis mettre le chat dehors n'y changerait plus rien de toute façon). Tâchons de ménager les formes... Mais cela se traduit plus concrètement par le fait que je parle de moins en moins au cours de la soirée, que j'abrège mes phrases et que je songe à rentrer. Ce n'est qu'au retour chez moi que le broncho-dilatateur pourra faire son effet. Cet épisode, il y en a quelques autres similaires, produit une forme de retrait par rapport à la situation, de concentration sur le mouvement respiratoire avec une comparaison implicite avec ce qu'étaient des crises d'asthme, celles d'avant la Ventoline – fin des années 1970, début des années 1980 – et pour lesquelles je ne pouvais faire beaucoup mieux qu'ouvrir la fenêtre la nuit, prendre un gant mouillé pour me l'appliquer sur le front (à force de tousser) et espérer que le tuyau de respiration reste assez ouvert, enserré par deux briques rouges (j'habitais dans le Nord, ce doit être ça... En tout cas, c'est l'image que j'utilisais). »

Panique en boîte, « D'habitude, la foule ne me dérange pas réellement, mais le fait d'être dans une pièce au sous-sol avec tous ces gens... je me surprends à suffoquer en quelques instants. Je manque d'air et mes poumons ont du mal à se remplir. Respirant par le nez, je tente de respirer par la bouche. Mais en vain, c'est même encore pire. L'air paraît chaud, il est rempli d'une odeur

de transpiration qui me frappe. J'ouvre grand la bouche et regarde aux alentours : j'ai perdu mes amies. Tout me paraît alors venir s'écraser contre ma poitrine, les murs semblent me faire suffoquer encore plus. J'opère un demi-tour et remonte les marches en courant. »

Au rythme de la marche : « Nous marchons un moment sur ce sentier bordé d'arbres, ma respiration est régulière. La marche permet de se concentrer davantage sur les ressentis, on est plus à l'écoute de son corps. Le phénomène de respiration, si naturel et inné, n'est pas dicté par une pensée volontaire : inspire ! Expire ! Mais lorsqu'on marche, on prend conscience du trajet de cet air que l'on accueille en nous, qui traverse nos poumons et s'accompagne des battements plus ou moins entraînants du cœur. D'ailleurs, après une longue montée, nous voilà contents de retrouver un sol plat. La respiration se calme, se stabilise. Cette alternance entre respiration apaisée et chahutée s'accorde ainsi avec la topographie du terrain. Nous continuons notre chemin jusqu'à cet endroit caillouteux, nous voilà dans le lit d'un torrent asséché. Nous tournons la tête ; la vue s'ouvre sur la vallée. Je ressens alors comme un besoin de marquer l'arrêt et de m'offrir une grande inspiration avant de reprendre le rythme de la marche. Le passage du vent devient audible, il se devine mais ne se voit pas. Il se fraye lui aussi un chemin à travers les branches et fait trembler leurs feuilles qui ne tiennent plus qu'à un fil... »

La rétro-ingénierie des cultures constructives locales pour répondre aux grands enjeux globaux actuels : l'expérience de CRAterre

La rétro-ingénierie des cultures constructives locales consiste à interroger les pratiques anciennes pour formuler des réponses théoriques et techniques vertueuses inspirées des processus et des pratiques de conception architecturale préindustrielles.

Cette démarche scientifique adoptée par CRAterre dans les années 1970 trouve encore plus de sens aujourd'hui car elle apporte des réponses concrètes aux enjeux globaux, à la fois environnementaux et sociétaux, avec des applications autant pour la conservation et la réhabilitation des patrimoines bâtis existants que pour le secteur de la construction neuve éco-responsable.

DAVID GANDREAU

Archéologue, docteur en architecture, enseignant-chercheur à l'École nationale supérieure d'architecture de Grenoble (ENSAG), unité de recherche « Architecture, Environnement & Cultures constructives » (AE&CC), équipe CRAterre, co-responsable de la chaire UNESCO « Architecture de terre, cultures constructives et développement durable »

THIERRY JOFFROY

Architecte, professeur HDR à l'ENSAG, directeur de l'unité de recherche « Architecture, Environnement & Cultures constructives » (AE&CC), équipe CRAterre.

Aux origines de la démarche

Dans le domaine de l'architecture, les années 1970 ont été une période propice à l'émergence de recherches d'alternatives au « tout béton » qui avait pris une place quasi hégémonique dans la (re)construction de l'après-guerre¹. Pour le matériau terre, cette décennie apparaît comme un tournant ayant permis de revisiter son potentiel, alors que les limites des matériaux industriels, environnementales, culturelles et sociales, commençaient à poindre.

En France, sur les pas du célèbre architecte égyptien Hassan Fathy, auteur de l'ouvrage *Construire avec le peuple*², et inspirés par les mouvements de contre-culture issus des États-Unis, de jeunes enseignants de l'école d'architecture de Grenoble entreprennent de créer CRAterre, Centre de recherche et d'application terre. L'association, fondée en 1979, puis le laboratoire de recherche rattaché à l'école d'architecture de Grenoble en 1986, sous tutelle du ministère de la Culture, en sont les deux composantes historiques³.

L'inspiration se situe dans ce contexte bouleversé de la recherche et de l'enseignement en architecture post-1968, mais, à l'instar de l'inspiration puisée dans l'architecture nubienne par Hassan Fathy, c'est avant tout dans l'observation du patrimoine en terre, très présent dans le nord de l'Isère, que la démarche trouve ses origines.

Son cadre bâti rural mais aussi urbain est parsemé de fermes, de maisons villageoises, de moulins, d'églises et de grandes bâtisses construites en pisé, technique constructive consistant à compacter de la terre dans des banches en bois avec, comme seule ressource, les terres prélevées à proximité du chantier.

Dans le domaine de la conservation/restauration du patrimoine culturel, le fait de porter des regards croisés sur les principes de conception, l'usage, l'entretien et l'évolution/adaptation du bâti ancien au fil du temps a engendré une approche spécifique, à la fois pragmatique et contextualisée, avec une prise en compte systématique des aspects immatériels qui les sous-tendent.

1. Ernst Friedrich Schumacher, *Small is beautiful. Une société à la mesure de l'homme* [1973], Contretemps/Seuil, 1978.

2. Hassan Fathy, *Construire avec le peuple. Histoire d'un village d'Égypte : Gourni*, Jérôme Martineau, 1970.

3. Patrice Doat, Alain Hays, Hugo Houben, Silvia Matuk et François Vitoux, *Construire en terre*, Alternatives et Parallèles, 1979.



© Thierry Joffroy

Moulin à huile construit en pisé, Saint-Agnin-sur-Bion (Isère), France, 2007.

L'étude holistique de ce patrimoine vernaculaire, assortie de nombreux diagnostics techniques, a nourri une méthode d'analyse innovante, à l'origine du concept de rétro-ingénierie des cultures constructives locales⁴, dont il est question dans cet article. Cette méthode visait à comprendre les principes non seulement techniques, mais aussi culturels et sociaux qui ont permis le développement de ce bâti singulier et les conditions qui ont garanti sa pérennité dans le temps, malgré ladite « fragilité » du matériau employé. Ces connaissances puisées dans l'expérience du passé devaient permettre non seulement de préserver ce patrimoine, mais aussi d'en tirer des leçons pour le développement d'une filière contemporaine de construction en terre crue⁵.

La richesse de ce patrimoine faisait en effet la démonstration qu'un matériau local, non transformé, recyclable et accessible à tous pouvait apporter des réponses aux défis environnementaux annoncés, notamment par le Club de Rome (groupe de réflexion mêlant scientifiques, économistes, industriels et anciens politiques de 52 pays) à la fin des Trente Glorieuses. Tel était le cas également dans de nombreux territoires que les chercheurs, praticiens et enseignants de CRAterre allaient étudier à travers le développement d'activités de recherche et de formation menées en partenariat avec des institutions emblématiques telles que l'Organisation des Nations unies pour l'éducation, la science et la culture (UNESCO), le Centre international d'études pour la conservation et la restauration des biens culturels (ICCROM), le programme des Nations unies pour les établissements humains (UN-Habitat), le Haut-Commissariat des

Nations unies pour les réfugiés (UNHCR), ainsi que des associations ou services gouvernementaux dans près d'une centaine de pays.

De l'hypothèse initiale à son large développement

L'équipe initiale s'est progressivement enrichie de nouveaux membres, architectes, ingénieurs, anthropologues, archéologues et praticiens de divers horizons. La pluridisciplinarité mise en application sur des projets de terrain a engendré une forme de réflexivité encourageant les praticiens et les chercheurs en action à renouveler, autant que nécessaire, les questions de recherche préliminaires, les hypothèses et, au-delà, les pratiques sur le terrain.

Dans le domaine de la conservation/restauration du patrimoine culturel, le fait de porter des regards croisés sur les principes de conception, l'usage, l'entretien et l'évolution/adaptation du bâti ancien au fil du temps a engendré une approche spécifique, à la fois pragmatique et contextualisée, avec une prise en compte systématique des aspects immatériels qui les sous-tendent.

Sur des sites en usage, tels que les mosquées d'Afrique de l'Ouest (Djenné et Tombouctou au Mali, Agadez au Niger, Larabanga au Ghana), les rencontres avec les détenteurs des pratiques traditionnelles de conservation et de maintenance régulière des édifices ont été d'un grand apport⁶. En réalisant à quel point la préservation de ces patrimoines était avant tout une question culturelle et sociale, basée sur la transmission des connaissances, les réflexions avec les parties prenantes ont porté sur le développement de

4. Voir Thierry Joffroy et David Gandreau, « S'inspirer du patrimoine pour le développement durable : de la terre aux cultures constructives locales ! », *Patrimoines. La revue de l'Institut national du patrimoine*, « Enjeux environnementaux », n° 18, 2023, p. 99-106.

5. Thierry Joffroy (dir.), Bakonirina Rokotomamonjy (dir.), David Gandreau, Grégoire Paccoud, Emmanuelle Robert et Dora Studer, *Réhabilitation et valorisation du bâti en pisé : guide à destination des collectivités territoriales*. CRAterre, 2018 : <https://hal.science/hal-01979508> (consulté le 8 mars 2024).

6. Thierry Joffroy, *Les pratiques de conservation traditionnelles en Afrique*, Iccrom, 2005 : https://www.iccrom.org/sites/default/files/2017-12/pratiquetradition_fr.pdf (consulté le 8 mars 2024).



© Moclbo Bagayoko

Maintenance traditionnelle de la mosquée Djingareyber à Tombouctou par la communauté locale, 2017.

plans de gestion visant à pérenniser les pratiques et les mécanismes existants en les adaptant aux conditions actuelles, sociales, économiques, culturelles, environnementales et de gouvernance.

Pour les sites archéologiques, tels Tchoga Zanbil en Iran ou Merv au Turkménistan, l'approche a amené à étudier les procédés de drainage antiques des édifices et des îlots urbains afin de redéfinir des plans d'écoulement des eaux de pluie en suivant la logique initiale. La nature de ces sites inhabités, ouverts aux intempéries et particulièrement complexes à préserver, a nécessité de revisiter le concept de conservation préventive, basé sur une compréhension maximale

Site archéologique de Tchoga Zanbil, Iran, 2017.

du contexte pour une intervention minimale, à la fois efficace et respectueuse de l'authenticité de cette catégorie de patrimoine.

Dans le domaine de l'habitat, les projets se sont graduellement multipliés avec des succès variés en fonction des soutiens politiques. Si, par exemple, l'expérience du Domaine de la terre à Villefontaine est restée longtemps sans véritables suites, à l'inverse, le programme d'habitat social mené dans l'île de Mayotte passa rapidement de quelques prototypes à la mise en place d'une filière de production impliquant plusieurs centaines d'acteurs avec en quelques années plus de 20 000 logements sociaux et nombre d'infrastructures (écoles, bâtiments publics) réalisés.

Cette réussite a mis en avant la technique de construction en BTC (Blocs de terre comprimée) avec une multiplication de projets de par le monde qui en ont fait la promotion. Mais tenter de répliquer une technologie dans des contextes différents a vite montré ses limites. C'est ainsi qu'a émergé une nouvelle pratique de projet d'habitat, avec pour base l'étude préalable des cultures constructives locales. En se basant sur celles-ci, il était plus facile de mieux connaître les ressources disponibles localement (matérielles et humaines), de cibler les besoins et les capacités financières des populations locales, et de proposer, comme cela avait d'ailleurs été fait de manière pertinente à Mayotte, de respecter la culture d'habiter locale.

Autre exemple, le projet mené en Haïti avec divers partenaires à la suite du séisme de 2010 a désormais un impact très important. Pourtant, certaines organisations non gouvernementales (ONG) locales partenaires s'étaient montrées hésitantes, avec la crainte



© David Gandreau



© Thierry Joffroy

Habitats locatifs réalisés en blocs de terre comprimée (BTC), Mayotte, 1988.

d'une sorte de « retour en arrière ». Mais après la réalisation de premiers prototypes et leur adoption par les communautés locales bénéficiaires, les applications se sont multipliées avec plusieurs milliers de réalisations et actuellement des programmes de formation officiels à ce qui a été nommé TCLA : techniques de constructions locales améliorées.

Quelles perspectives ?

Le projet de recherche-action réalisé en Haïti fait lui aussi école et nombre d'organisations sont désormais convaincues de la pertinence de la méthode. Reste toutefois que le manque de normes de construction rend difficiles des applications à grande échelle. De nouveaux défis sont donc à relever pour chaque situation, qui nécessitent non seulement l'identification des pratiques locales pertinentes, mais aussi leur caractérisation (essais techniques) et leur normalisation.

Pour cela, CRATERre est désormais très lié à un autre laboratoire de l'Université de Grenoble, 3SR (Sols, solides, structures, risques), mais ambitionne aussi de multiplier les collaborations à travers le monde afin de pouvoir accélérer le processus et d'envisager de pouvoir répondre à la grande diversité de cultures constructives locales.

Conclusion

Les premières réussites de cette méthodologie qui, au-delà de la rétro-ingénierie, tend à passer à une réflexion encore plus globale, la rétro-conception, démontrent tous ses potentiels pour des productions situées et écoresponsables, mais aussi en d'autres lieux où il faut de plus en plus s'adapter aux conditions qui évoluent avec le changement climatique.

Trois axes thématiques du programme de recherche actuel de CRATERre-AE&CC, qui garde toujours



© Thierry Joffroy

sa nature proche des réalités et des pratiques sur le terrain, s'en emparent :

- la rétro-ingénierie des dispositifs parasismiques résilients ;
- la rétro-ingénierie des filières de matériaux bio et géosourcés⁷ ;
- la rétro-conception d'édifices et d'ensembles urbains, historiques ou archéologiques.

Ces recherches privilégient les contextes difficiles, isolés, présentant des pénuries de ressources ou encore fortement exposés aux aléas naturels, qui sont les plus riches en enseignements. ■

Prototype de logement inspiré des cultures constructives locales pour la reconstruction post-séisme en Haïti, 2011.

7. Voir dans ce numéro l'article d'Adélie Colletta, Florie Dejeant et Laetitia Fontaine, « RESSOURCES, une plateforme pédagogique pour enseigner la construction et la réhabilitation en matériaux bio-géo-sourcés », p.149.

L'approvisionnement en pierre de taille des chantiers « monuments historiques » dans le contexte carrier actuel

L'étude des pierres en œuvre dans les monuments anciens montre que l'approvisionnement était principalement guidé par des nécessités économiques. La pierre, symbole d'éternité, est un matériau qui aux yeux des constructeurs traverse les siècles, mais elle est pondéreuse : son extraction et son transport nécessitaient du temps et de l'énergie. Par conséquent, sauf cas exceptionnel, les constructeurs recherchaient des ressources locales répondant à un minimum de critères qualitatifs.

PHILIPPE BROMBLET

Ingénieur de recherche en conservation de la pierre et du patrimoine bâti, Centre interdisciplinaire de conservation et de restauration du patrimoine (CICRP), Marseille

LISE LEROUX

Ingénieure de recherche, responsable du pôle Pierre, Laboratoire de recherche des monuments historiques (LRMH), Champs-sur-Marne

Pour un monument donné, les carrières étaient le plus souvent situées dans un rayon de quelques kilomètres. L'exploitation de blocs éboulés, la spoliation et le réemploi étaient des pratiques courantes, privilégiées pour limiter les dépenses et le labeur. Les progrès des transports du XIX^e siècle ont permis de s'affranchir de ces contraintes, offrant aux architectes la liberté de faire venir des matériaux plus lointains sur leurs chantiers. Les grands édifices bâtis à cette époque témoignent d'une grande variété de matériaux d'origine plus ou moins lointaine (Opéra Garnier, basilique de Fourvière à Lyon, nouvelle Major à Marseille...).

Les carrières de pierres ont disparu du paysage au XX^e siècle ; le matériau s'est vu supplanté par le béton et ses avatars, la main-d'œuvre qualifiée a été décimée au cours des grandes guerres.

Les chantiers de restauration du patrimoine bâti nécessitent de changer les pierres les plus dégradées¹. La recherche de pierres de substitution impose de déterminer non seulement la nature, mais aussi les propriétés pétrophysiques et la provenance des pierres en œuvre. Maîtres d'ouvrage et maîtres d'œuvre sont régulièrement confrontés à ces questions et s'adressent aux laboratoires pour les aider à identifier les matériaux. La documentation est partielle, voire inexistante pour les époques anciennes. Des inventaires régionaux ou nationaux, dont le plus connu est le *Répertoire des carrières de pierre de taille exploitées en 1889*², listent



© Philippe Bromblet

1. Voir dans ce numéro l'article de Martin Bacot et Régis Martin, « Pour un outil d'évaluation et de trajectoire carbone des chantiers "monuments historiques" », p. 73.

2. Ministère des Travaux publics, *Répertoire des carrières de pierre de taille exploitées en 1889*, Librairie polytechnique Baudry, 1890, accessible sur Gallica : <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k9780517q> (consulté le 15 mars 2024).

les pierres, leurs caractéristiques et les monuments où elles ont été mises en œuvre.

Des outils ont été développés pour regrouper les données existantes sur la nature des pierres des édifices et pour recenser les anciennes carrières et pierres exploitées dans le passé. Le Laboratoire de recherche des monuments historiques (LRMH) conserve ainsi une lithothèque riche de milliers d'échantillons de référence venant de toute la France, indispensable pour identifier les pierres des monuments et proposer des pierres de substitution en les comparant avec celles-ci.

Une base Monumat avait en son temps été mise en ligne sur le Web sous l'impulsion du Bureau de recherches géologiques et minières (BRGM). Le Centre interdisciplinaire de conservation et de restauration du patrimoine (CICRP) a constitué une lithothèque pour le sud de la France (région PACA, Occitanie) où ont été recensées, avec la contribution du BRGM, de nombreuses carrières et pierres. Un observatoire dénommé *Pierre Sud*, associant base de données et espace cartographique (SIG), a été élaboré et mis à la disposition des utilisateurs potentiels³. Ces bases attendent leur modernisation.

La déontologie et le souci d'une bonne compatibilité durable entre matériaux de remplacement et anciens imposent de rechercher des pierres identiques ou au moins comparables en matière d'aspect, de composition et de propriétés. La carrière d'origine est souvent fermée, à l'abandon, réhabilitée ou réutilisée, urbanisée. Il faut donc soit recourir à des pierres de

La déontologie et le souci d'une bonne compatibilité durable entre matériaux de remplacement et anciens imposent de rechercher des pierres identiques ou au moins comparables en matière d'aspect, de composition et de propriétés.

substitution plus lointaines, soit utiliser les possibilités de réouverture des carrières anciennes pour la restauration du patrimoine. En effet, il ne reste environ que 500 carrières exploitées pour la pierre de taille en France. Cette dernière option est possible grâce à l'arrêté du 26 décembre 2006 relatif aux prescriptions générales applicables aux exploitations de carrières soumises à déclaration sous la rubrique n° 2510 de la nomenclature des installations classées. Cet arrêté (rubrique 2510-6) autorise dans des conditions réglementaires simplifiées une ré-exploitation contingentée (500 m³) de carrières anciennes pour la restauration des monuments historiques⁴. Cela présente plusieurs avantages décisifs : circuit court, compatibilité maximale et authenticité préservée. L'expérience montre cependant que les coûts d'exploitation au m³ de sites à l'abandon sont très élevés, sans compter le problème du stockage des volumes non utilisés, mis en attente pour de futurs chantiers hypothétiques. Depuis la parution de cet arrêté, les réouvertures ont été limitées du fait des multiples contraintes et difficultés rencontrées, mais citons cependant deux opérations récentes dans le sud de la France :

- la carrière ancienne de Gélargue dans la commune de Cournonsec à une dizaine de kilomètres de Montpellier, qui exploitait une molasse grossière (Burdigalien) pour les monuments montpelliérains (cathédrale, remparts), a été temporairement réactivée pour quelques centaines de m³ destinés à la restauration du baldaquin de la cathédrale ;
- pour remplacer les nombreuses pierres dégradées de la chapelle romane Saint-Thyrse de Castellane, un sondage a été fait à proximité de l'édifice, où la carrière d'origine avait été repérée, dans des calcaires marins fins du Turonien. Un front de taille dégagé a permis de récupérer des blocs de faible module pour remplacer quelques-unes des pierres très dégradées des parements.

3. David Dessandier et Philippe Bromblet, « L'observatoire PierreSud sur les pierres du patrimoine historique du sud de la France : présentation générale et application aux marbres du Languedoc-Roussillon », *Patrimoines du Sud* [en ligne], n° 4, 2016 : <https://journals.openedition.org/pds/1009> (consultés le 15 mars 2024).

4. Régime dérogatoire destiné aux pratiques agricoles (sur simple déclaration) étendu à la demande du ministère de la Culture, sous conditions, à certaines petites « carrières de pierre, de sable et d'argile » destinées :
– à la restauration des monuments historiques classés ou inscrits ou des immeubles figurant au plan de sauvegarde et de mise en valeur d'un secteur sauvegardé (aujourd'hui Sites patrimoniaux remarquables – SPR) en tant qu'immeubles dont la démolition, l'enlèvement ou l'altération sont interdits ;
– à la restauration de bâtiments anciens dont l'intérêt patrimonial ou architectural justifie que celle-ci soit effectuée avec leurs matériaux d'origine.

Faisant suite à plusieurs études commandées par la sous-direction des monuments historiques, il s'agit d'une simplification administrative qui supprime la demande d'autorisation avec étude d'impact. La déclaration doit être déposée en préfecture, avec pièces justificatives. Parmi les contraintes environnementales, techniques et financières, notons que la carrière doit être distante d'au moins 500 m d'une carrière soumise à autorisation ou à déclaration, que le volume extrait total doit être inférieur à 100 m³ par an, avec un maximum de 500 m³ sur 5 ans. Les précautions d'exploitation au niveau sonore ou des nappes phréatiques sont celles des exploitations classiques ; il faut procéder à une remise en état et en sécurité ; l'exploitation est soumise à un contrôle périodique (tenue d'un registre obligatoire) :

<https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/LEGITEXT000031461286/> (consulté le 15 mars 2024).

Voir aussi le portail AIDA/Ineris de la réglementation de la prévention des risques et de la protection de l'environnement : <https://aida.ineris.fr/reglementation/2510-exploitation-carriere-autre-extraction-materiaux>



Carrière de Gélargue (Cournonsec, 34) réexploitée pour la restauration de la cathédrale de Montpellier.



Carrière de La Croix-Huyart à Bonneuil-en-Valois dans l'Oise (60), exploitée pour le chantier de restauration de la cathédrale Notre-Dame de Paris.

La tendance est d'aller chercher des matériaux de remplacement lointains. Pour la cathédrale Notre-Dame de Paris, déjà au XIX^e siècle, Viollet-le-Duc sollicitait des carrières dans l'Aisne, faute de ressources disponibles suffisantes dans les exploitations des bancs-francs parisiens utilisés à l'origine. Ce schéma est toujours d'actualité pour la grande restauration en cours à la suite de l'incendie de 2019.

La pierre de la Couronne, qui donne ses tonalités rosées aux édifices marseillais, n'a pas d'équivalent connu à l'échelle nationale. Une exploitation espagnole extrait un calcaire rosé plus dur, moins poreux, mais, par chance, les couches de la découverte, en principe éliminées au fur et à mesure de l'extension de l'exploitation, contiennent un calcaire rosé moins

Les activités de restauration des monuments historiques et la construction de bâtiments publics (écoles, mairie...) ne suffisent pas à faire vivre les exploitants de carrières de pierres de taille.



© Philippe Bromblet

qualitatif pour la construction moderne mais qui correspond mieux à la pierre de la Couronne. Ces dernières années, plusieurs chantiers marseillais ont bénéficié de cette pierre espagnole de Sepúlveda, en substitution de la pierre de la Couronne (Mucem, Hôtel-Dieu...).

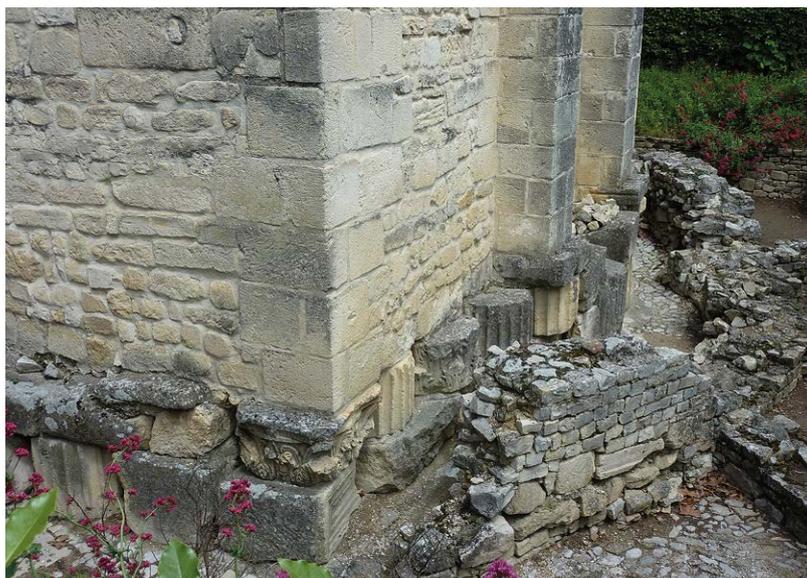
Les activités de restauration des monuments historiques et la construction de bâtiments publics (écoles, mairie...) ne suffisent pas à faire vivre les exploitants de carrières de pierres de taille. Les volumes extraits sont faibles et les prix contraints. Certains gisements de pierres dures basculent dans l'industrie du granulat ou des liants. Pour les autres, la relance de la construction de l'habitat en pierre pourrait assurer leur survie et leur développement.

Conclusion

Aujourd'hui, la construction en pierre essaye de tirer parti de la transition écologique en marche. La pierre a l'avantage d'être un matériau naturel, une ressource présente dans le sous-sol en grande quantité, recyclable et durable. Dans le cadre des réglementations qui se mettent en place actuellement sur l'impact carbone des matériaux de construction, la pierre montre ses qualités tant au niveau de la production que de la transformation.

Si les points sombres restent l'énergie dépensée pour son extraction, sa transformation et son transport, viennent en compensation son entretien et son cycle de vie. Les producteurs et les utilisateurs ont récemment mis en place des études afin d'établir des fiches de déclaration environnementale et sanitaire

du produit (FDES individuelles) en conformité avec les normes NF EN 15804+A2, NF EN 15804+A2/CN et ISO 14025. Le cycle de vie est très favorable par rapport aux matériaux de synthèse dont la fabrication comprend une succession d'étapes plus énergivores (transport, broyage, cuisson...). La durabilité d'une maçonnerie en pierre de taille, supérieure à 100 ans, est un atout fort de ce matériau. S'y ajoutent une production peu consommatrice d'eau (circuits fermés), les qualités isolantes dans les bâtiments et les possibilités de réemploi en fin de vie. ■



Blocs antiques utilisés en réemploi dans les fondations de l'abside de l'ancienne cathédrale Notre-Dame-de-Nazareth à Vaison-la-Romaine (84).



Parements du Fort Saint-Jean (Marseille, 13) sur le site du MUCEM où la pierre de Sepúlveda a été mise en substitution de la pierre rose de la Couronne.

Dans le cadre des réglementations qui se mettent en place actuellement sur l'impact carbone des matériaux de construction, la pierre montre ses qualités tant au niveau de la production que de la transformation.

Poser les bases d'un tourisme culturel et durable dans les « Petites Cités de Caractère® »

Le ministère de la Culture et l'association Petites Cités de Caractère® de France ont conjointement organisé, le 7 novembre 2023, une rencontre nationale *Tourisme durable et Culture*¹ entrecroisant une diversité d'expériences et de réflexions menées dans les territoires pour inscrire le tourisme, et le tourisme culturel en particulier, dans une transition durable et écologique.

LAURENT MAZURIER

Directeur de l'association Petites Cités de Caractère® de France

NICOLAS MONQUAUT

Chargé de mission Attractivité et Tourisme, Délégation générale à la transmission, aux territoires et à la démocratie culturelle, Département des territoires, ministère de la Culture

Par bien des aspects, les Petites Cités de Caractère® sont, à leur échelle, des laboratoires de la ville et du tourisme durable. C'est une approche globale du tourisme qu'adopte l'association. La mise en tourisme des cités est au cœur de son projet, non pas comme la première et unique finalité, mais plutôt comme une « conséquence heureuse » d'un travail sur l'attractivité et la valorisation du cadre de vie par la protection et l'animation des patrimoines. Dans cet entretien mené par Nicolas Monquaut, Laurent Mazurier, directeur des Petites Cités de Caractère® de France, nous

explique l'origine et l'évolution de cette démarche, se fondant à présent sur les droits culturels.

Nicolas Monquaut (NM) – Comment sont nées les Petites Cités de Caractère® de France ?

Laurent Mazurier (LM) – En reprenant un vocabulaire actuel, nous pourrions parler de l'action d'un lanceur d'alerte. Il faut se souvenir de ce qu'était le patrimoine au milieu des années 1970, quand commence l'histoire des Petites Cités de Caractère® :

1. Rencontre *Tourisme durable et Culture*, 7 novembre 2023, Abbaye royale de l'Épau (Le Mans) : 220 participants, acteurs culturels, touristiques, associatifs, élus.
<https://www.petitescitesdecaractere.com/fr/actualites/replay-rencontre-nationale-tourisme-durable-et-culture>
(consulté le 30 avril 2024).



Rencontre *Tourisme durable et Culture*, Abbaye de l'Épau, 7 novembre 2023.

© PCC France, avec l'autorisation de Petites Cités de Caractère® de France



© A. Condomine, avec l'aimable autorisation de Petites Cités de Caractère® d'Occitanie

Village de Combret et son église, Aveyron.

des monuments historiques, leurs abords, des cœurs de ville depuis la loi Malraux et la création des secteurs sauvegardés. Les villages ou les petites villes, en tant qu'objets patrimoniaux, ne faisaient l'objet ni d'un intérêt des élus, pour qui le bâti ancien était un frein au développement, ni d'un intérêt du législateur qui ne proposait aucun outil pour conserver et restaurer.

Une personne va jouer un rôle clé dans la naissance de notre association, Jean-Bernard Vighetti. Ce Breton, amoureux du patrimoine, voit le potentiel touristique de ces cités « reliques » pour positionner sa région autrement que par ses thématiques patrimoniales récurrentes, tant rurales (chapelles, calvaires et enclos, manoirs) que littorales (ports de pêche, phares et balises).

NM – Le milieu des années 1970, il y a donc à peu près cinquante ans ?

LM – Oui. Le projet Petites Cités de Caractère® va prendre corps en 1975, à l'occasion de l'Année européenne du patrimoine architectural. Les premières communes intéressées, six petites cités historiques de Bretagne², dont les élus sont chargés d'un patrimoine disproportionné par rapport à leurs capacités financières et à celles de leur population, se constituent en association pour mettre en œuvre, autour d'une charte de qualité, une politique de restauration, de requalification du patrimoine et d'exploitation de celui-ci à des fins de tourisme culturel de qualité.

NM – Puis dans d'autres territoires, l'idée a peu à peu fait son chemin...

LM – Il s'est écoulé une trentaine d'années avant que naisse, en 2009, Petites Cités de Caractère® de France, fédérant les associations constituées au fil du temps. Une nouvelle charte de qualité, désormais nationale,



© Mairie de Verneuil-sur-Avre, avec l'aimable autorisation de Petites Cités de Caractère® de France

2. Guerlesquin, Jugon-les-Lacs, Locronan, Moncontour-de-Bretagne, Rochefort-en-Terre et Quintin.

Médiathèque Carcopino à Verneuil-sur-Avre, Eure.

est alors rédigée autour d'objectifs communs : faire du patrimoine le levier de développement des territoires, bâtir des cités attractives à partir de leurs héritages et conserver les fonctions de centralité de ces petites villes, vrais centres de vie, de services, de commerces, de culture. Il s'agit de générer un projet global de développement à moyen et long terme, incluant un volet touristique. Notre association rassemble aujourd'hui 239 communes, présentes dans une soixantaine de départements.

NM – Peut-on parler d'une association de spécialistes du patrimoine ?

LM – L'association a été créée par des élus, et aujourd'hui encore, c'est une association d'élus. C'est un point essentiel pour comprendre l'approche du patrimoine qui est la nôtre. Le projet Petites Cités de Caractère® de France est porté par des personnes qui ne sont pas des professionnels du patrimoine, de l'histoire de l'art ou de la culture. Ce sont des hommes et des femmes dont la mission est d'administrer la cité, de la projeter vers l'avenir et qui partagent deux postulats : ils ont une cité « patrimoniale » à gérer, et ils sont convaincus que le patrimoine est un atout pour affirmer la singularité, l'unicité et le rayonnement de leur cité.

Petites Cités de Caractère® de France est ainsi l'expression d'une envie et d'un besoin de patrimoine d'élus locaux. Une autre dimension va progressivement apparaître au fil des années : l'obligation d'agir pour les élus qui sont confrontés à la permanence des petites centralités en espace rural dans un contexte de renforcement des grandes centralités qui ne sont pas toujours les échelles de réponse aux urgences sociales, climatiques, environnementales, culturelles et touristiques. Il faut bien appréhender le militantisme d'élus qui ne cessent d'œuvrer pour que les patrimoines soient considérés comme des marqueurs structurants des fonctions de centralité des villes au même titre que les équipements et les services habituellement entendus.

Ceux-ci se confrontent en outre à deux problématiques majeures. D'une part, il existe une temporalité courte, le mandat d'un élu municipal, alors que le patrimoine s'appréhende sur des temporalités longues, d'autre part, la définition même de ce qui fait patrimoine : un élu local administre une communauté et valorise un héritage commun composé de patrimoines bâtis, immatériels, naturels, de biodiversité, de patrimoines vivants. La transversalité que demande une telle approche est difficile à mettre en œuvre. L'intégration de tous ces patrimoines dans un récit commun et leur restitution, aux habitants comme aux visiteurs, restent un vaste champ de recherche à explorer.

NM – Comment l'association est-elle progressivement passée à une approche fondée sur les droits culturels ?

LM – Au milieu des années 2010, il nous faut actualiser notre charte à la suite de la promulgation

des lois NOTRe et LCAP³. Mettre l'habitant au cœur des politiques culturelles et patrimoniales constituait de longue date un enjeu pour notre réseau, et c'est précisément ce que posent les préceptes des droits culturels : chercher à faire avec les personnes, et non pour les personnes. S'ensuit alors un important travail d'acculturation et d'appropriation pour asseoir notre propre réflexion⁴, avec la conviction que le patrimoine constitue une entrée privilégiée pour appréhender les droits culturels à l'échelle locale, dans une approche globale des cultures et des héritages qui forment une communauté de vie et de projet.

Cette approche par les droits culturels nous aura amenés à reconsidérer totalement notre projet. Notre charte nationale⁵ invite aujourd'hui les communes à associer les personnes⁶ à l'identification des patrimoines, à leur sauvegarde, leur entretien, leur valorisation, leur transmission. Ainsi, à toutes ces étapes, les personnes deviennent actrices du processus décisionnel, de l'action et de l'évaluation. C'est toute l'ambition de la démarche, même si son déploiement dans les communes est parfois complexe à mettre en œuvre.

NM – Le développement touristique dans les cités a toujours été, vous nous l'avez dit, au cœur du projet de l'association...

LM – Oui, le tourisme était là à la genèse de l'association, mais jusqu'à la création d'une association nationale, le projet touristique était une somme de stratégies locales non coordonnées. À partir de 2013, toutes les associations réunies au sein de Petites Cités de Caractère® de France ont décidé de la création d'une marque nationale. Très vite, une stratégie touristique s'est définie à partir de la quintessence de ce que sont les Petites Cités de Caractère® de France : la ville qui se reconstruit sur elle-même, qui réutilise bâti et matériaux, qui sollicite et s'appuie sur la contribution de tous les acteurs de la cité, qui valorise les métiers et les ressources locales comme autant de filières courtes. Et surtout, des cités qui portent à la connaissance des visiteurs ces pépites patrimoniales souvent méconnues.

NM – Vous vous refusez à confondre performance touristique et nombre de visiteurs ?

LM – Bien sûr ! Notre stratégie se décline autour d'un maître-mot : « Rencontres » – rencontre avec la cité, son histoire, son patrimoine, ses habitants. Ce sont des rencontres « authentiques » que nous proposons car ce sont des immersions dans des espaces de vie, et non des cités construites pour les touristes. Le tourisme est une « conséquence heureuse » des travaux conduits sur la valorisation et l'animation de la cité. Ce sont des équilibres à trouver entre les flux touristiques et la capacité de la cité à

3. Loi portant nouvelle organisation territoriale de la République (NOTRe), promulguée le 7 août 2015 et Loi relative à la liberté de la création, à l'architecture et au patrimoine, promulguée le 7 juillet 2016, inscrivant toutes deux dans notre législation les droits culturels.

4. Voir sur ce sujet la publication des Petites Cités de Caractère® de France *Placer les personnes & le patrimoine au cœur du projet de territoire. Droits culturels et participation citoyenne dans les Petites Cités de Caractère®*, 2021 : https://petitescitesdecaractere.com/sites/default/files/guide_dc_web2_ok.pdf (consulté le 12 mars 2024).

5. Adoptée en 2018 : https://petitescitesdecaractere.com/sites/default/files/user/122/uploads/2018_charte_de_qualite.pdf (consulté le 12 mars 2024).

6. Ici, les personnes désignent l'ensemble des usagers de la cité : habitants, acteurs économiques, consommateurs, mais aussi touristes ou excursionnistes.



recevoir, un sujet sur lequel se penchent de plus en plus les chercheurs. Ce sont aussi de nouveaux indicateurs d'évaluation du tourisme à développer pour évaluer son impact sur les écosystèmes urbains et pour doter le tourisme culturel de marqueurs environnementaux.

NM – Comment vos travaux sur les droits culturels ont-ils affecté le projet touristique ?

LM – Le développement touristique dans les Petites Cités de Caractère® de France a toujours été une subtile alchimie cherchant à fédérer une grande variété d'acteurs. À partir d'un objet fédérateur, le patrimoine, notre projet cherche à partager et à transmettre la culture d'un territoire à ses propres habitants et bien sûr aux visiteurs.

Dans la continuité de nos travaux sur les droits culturels, cette transmission se fait aussi par les habitants. Je vous invite à découvrir les démarches participatives mises en place dans les communes pour la végétalisation ou des animations patrimoniales, les ateliers « Révélations »⁷ pour travailler avec les personnes sur la sensibilisation au patrimoine et esquisser le récit commun, ou encore les « Dimanches de Caractère », manifestations où les habitants racontent leur cité dans une approche totalement inclusive d'un tourisme culturel.

NM – La proposition de Petites Cités de Caractère® de France est celle d'un autre tourisme si nous vous comprenons bien. Un tourisme intégrant développement durable et soutenabilité dans ses fondamentaux mêmes. Et l'urgence écologique, quelle place tient-elle dans vos travaux ?



Vue sur le château-forteresse de Billy, Allier.

© Cindy Michaud, avec l'aimable autorisation de Petites Cités de Caractère® de France avec l'aimable autorisation de la Petite Cité de Caractère® de Billy

LM – Intégrer le développement durable et la transition écologique dans la production et la pratique d'activités touristiques constitue l'un des enjeux majeurs du tourisme de demain. Parvenir à conjuguer maîtrise des impacts, participation des habitants, bénéfices équitablement répartis et respect d'un ensemble de valeurs est une responsabilité qui s'impose désormais à tous. C'est aussi, du côté des visiteurs, une idée qui fait son chemin. Au fond, il s'agit de transformer le tourisme, et le tourisme culturel en particulier, en moteur d'une économie inclusive et durable au service d'un développement raisonné et équilibré des territoires. Telle est précisément notre démarche.

Prendre pleinement en compte l'urgence écologique, c'est non seulement le seul avenir possible, mais aussi, si l'on regarde le côté positif des choses, un formidable terrain d'innovation, de réinvention. Quels sont les aménagements, mobilités, services et prestations recherchés par ces visiteurs sensibles à l'impact économique, social et bien sûr écologique de leur séjour ? Quelle nouvelle création de valeur et quels nouveaux modèles économiques ? De nouvelles mesures sont à effectuer, de nouveaux indicateurs à prendre en compte et, surtout, il nous faut appréhender globalement l'impact du tourisme... Et à présent, à l'heure de l'intelligence artificielle !

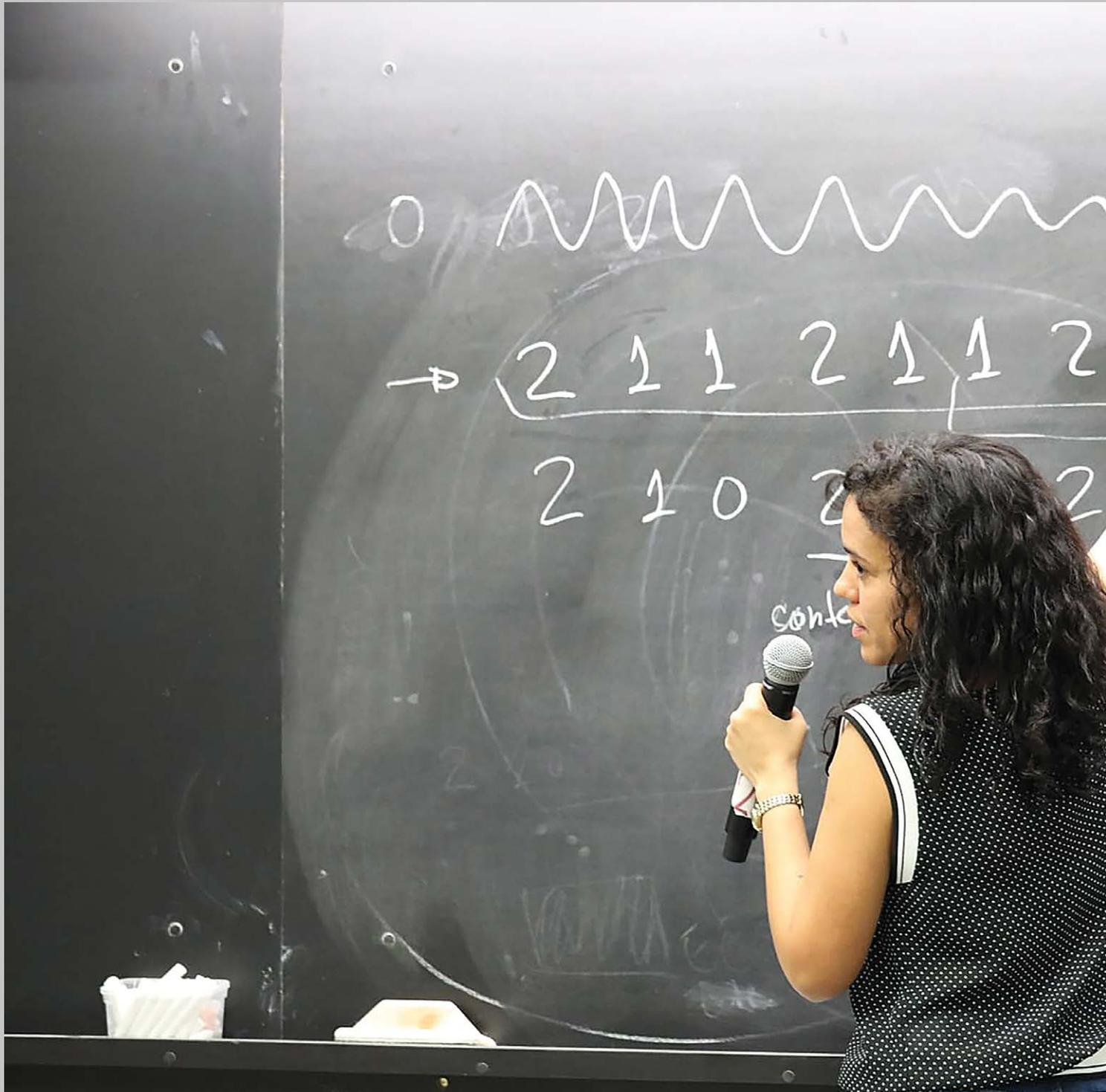
Ces défis occupent aujourd'hui notre association à plein temps! ■

7. Vidéo de présentation des ateliers : <https://youtu.be/VdLv7X8zdTQ?si=h5ET51wY2QI04CL8>



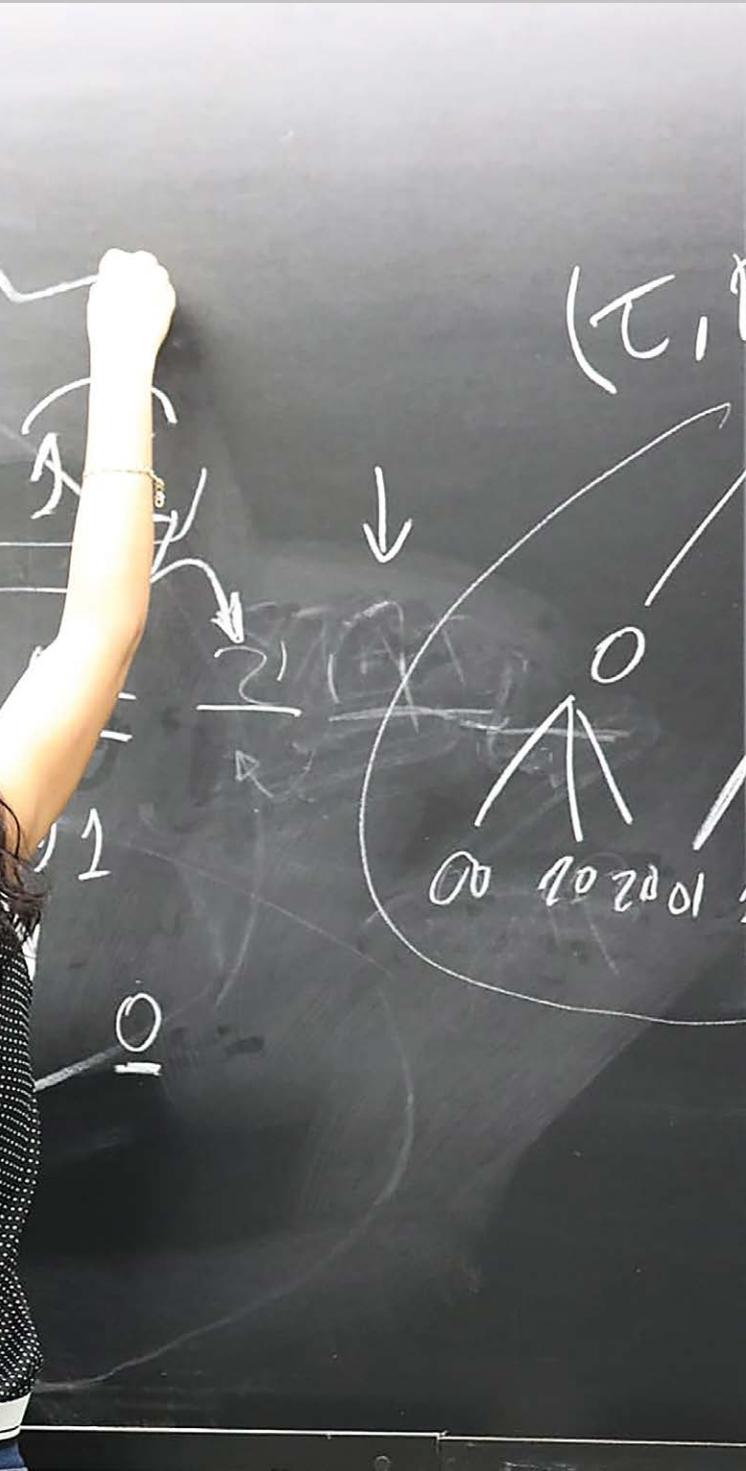
Logo des Petites Cités de Caractère® de France. © PCC France

Supports de découverte du patrimoine dans les Petites Cités de Caractère® de France, 2023. © PCC France, avec l'aimable autorisation de Petites Cités de Caractère® de France



Atelier de jeunes chercheuses et chercheurs
au Centre de recherche, d'innovation et de diffusion
des neuromathématiques (NeuroMat), São Paulo,
27 novembre 2019, GiFontenelle, CC BY-SA 4.0.

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Second_NeuroMat_Young_Researchers_Workshop_03.jpg



Innovation et transmission

Le projet C-ADER

(Conservation d'aéronefs anciens : diagnostic non destructif des altérations pour une protection intelligente contre la corrosion)

Le projet C-ADER explore de nouveaux outils destinés au diagnostic et à la conservation des aéronefs conservés dans des conditions non contrôlées. Cela permet d'envisager une conservation plus sobre des collections métalliques de grande taille.

DIDIER FLOTTÉ

Ingénieur d'études, expert Contrôle non destructif (CND), Groupe institut de soudure

FRANÇOIS MIRAMBET

Chef adjoint du Département Recherche, Centre de recherche et de restauration des musées de France (C2RMF) – Institut de recherche de chimie Paris, UMR CNRS 8247

AGNÈS MIRAMBET-PARIS

Conservatrice en chef du patrimoine, responsable du Département Régie, restauration, conservation préventive et entretien des collections, Musée de l'Air et de l'Espace, Aéroport de Paris-Le Bourget

EMMANUEL ROCCA

Maître de conférences HDR, Institut Jean Lamour UMR CNRS 7198, Département Chimie et Physique des Solides et des Surfaces – équipe Corrosion et traitements de surface

Un projet de recherche pour la conservation des aéronefs conservés dans des conditions non contrôlées

En matière de conservation des objets métalliques, les brusques changements climatiques observés ces dernières décennies ont induit des alternances de cycles humidification/séchage de plus en plus marquées, provoquant une accélération de la dégradation des matériaux. Enfin, la prise en compte récente

des impératifs de sobriété énergétique impose de rechercher de nouvelles solutions plus vertueuses permettant de garantir la conservation des collections muséales sur le long terme.

Dans les musées scientifiques et techniques, l'aluminium est très présent. Ainsi, le Musée de l'Air et de l'Espace du Bourget possède l'une des plus importantes collections d'aéronefs en vraie grandeur retraçant l'histoire de l'aviation ; hélas, les alliages



L'Institut de soudure étudiant le Morane Paris lors d'une campagne d'analyse en janvier 2024.



© Agnès Mirambet-Paris - musée de l'Air et de l'Espace

Un Mirage IV, l'un des avions retenus pour l'étude.

d'aluminium utilisés sont souvent très sensibles à la corrosion.

Le projet C-ADER (2023-2026), déposé par le Centre de recherche et de restauration des musées de France/Institut de recherche Chimie Paris, le Musée de l'Air et de l'Espace, l'Institut Jean Lamour/ Université de Lorraine et l'Institut de soudure, a été lauréat de l'appel à projet 2022 de l'Agence nationale de la recherche (ANR).

De nouveaux outils pour effectuer des diagnostics et conserver les alliages d'aluminium

L'objectif principal de ce projet est de proposer aux professionnels du patrimoine de nouveaux outils de diagnostic et de conservation pour garantir la conservation à long terme des aéronefs constitués d'alliages d'aluminium, exposés en extérieur ou dans des conditions environnementales non contrôlées.

Les institutions partenaires souhaitent développer des outils d'examen non destructifs basés sur l'utilisation d'ondes guidées non linéaires pour l'analyse et le suivi des structures des avions. Ils devraient

permettre la détection de dommages ou de défauts de taille nettement inférieure au millimètre sur les anciens alliages d'aluminium corrodés.

En parallèle, des outils de protection contre la corrosion sont développés en suivant deux axes de recherche. Le premier axe est dédié à la formulation de nouveaux inhibiteurs de corrosion dits « intelligents » et non toxiques, susceptibles de traiter à la fois les parties corrodées et non corrodées ainsi que les zones internes difficiles d'accès. Le second axe concerne la mise en œuvre de techniques de protection cathodique pour protéger les alliages d'aluminium corrodés et assurer une protection anticorrosion à long terme ainsi qu'une maintenance plus aisée.

La création de jumeaux numériques

Enfin, un outil numérique spécifique basé sur un concept de jumeau numérique sera déployé. L'objectif de cet outil est de relier les représentations 3D d'un avion à des ensembles hétérogènes d'informations (dossier d'œuvre, documentation/plans, résultats des analyses, etc.) et de garantir l'archivage et le partage des données.

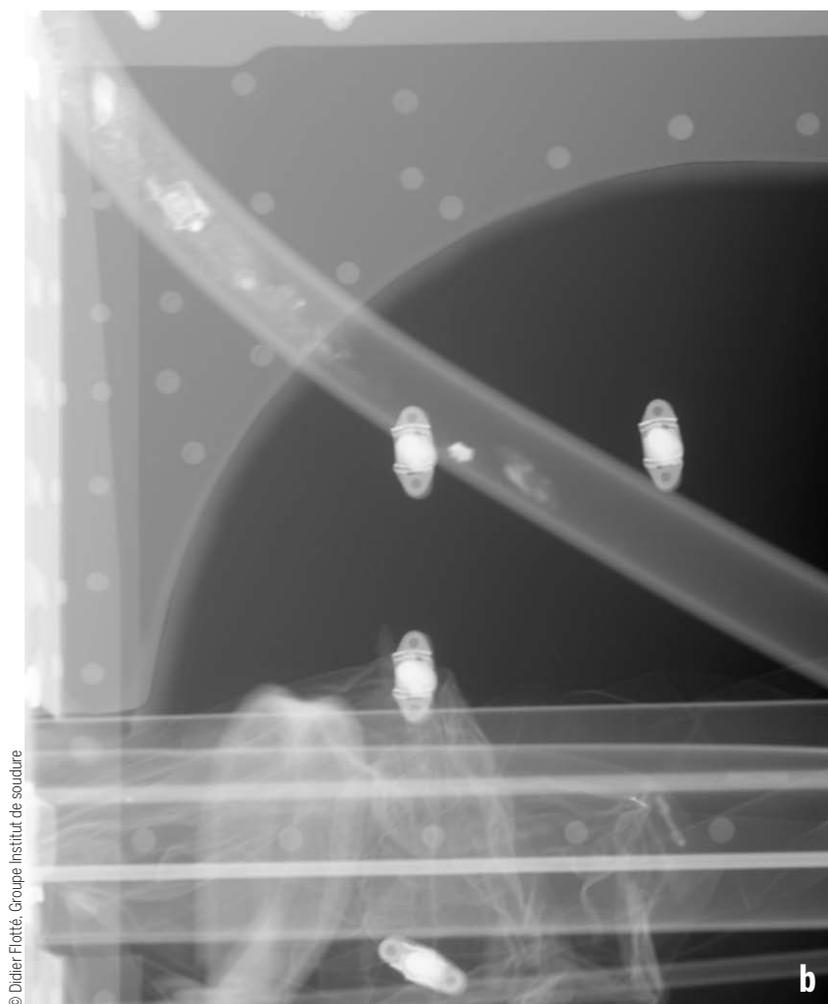
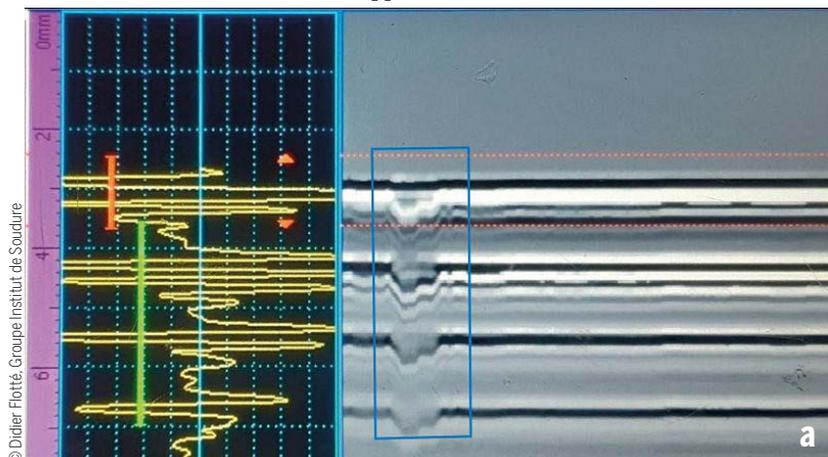
Les premières études : février 2023-février 2024

La première opération a consisté à sélectionner un panel d'aéronefs ; une liste de six avions a été arrêtée après examen d'une vingtaine de candidats. Différents critères ont été croisés concernant leur état de conservation, leurs conditions de stockage, la période de production des alliages d'aluminium utilisés, etc. Les avions retenus sont deux Boeing 707, le « château de Maintenon » et le « château de Dampierre » (présentant deux états de conservation différents), deux Mirage IV (eux aussi avec deux états de conservation différents), un Morane-Saulnier Paris et un B17 Boeing.

Un travail de caractérisation des éléments en aluminium sur les aéronefs sélectionnés a été mené de deux manières différentes, soit sur des prélèvements,

Les institutions partenaires souhaitent développer des outils d'examen non destructifs basés sur l'utilisation d'ondes guidées non linéaires pour l'analyse et le suivi des structures des avions.

en laboratoire, soit directement sur les avions, à l'aide de contrôles non destructifs. A ainsi été réalisée une campagne d'analyses à l'aide de techniques classiques comme la radiographie numérique avec un détecteur plan, les courants de Foucault et les ultrasons multi-éléments avec un traducteur roue. Les résultats en cours d'exploitation serviront de référence pour les développements futurs.



Aucune corrosion n'a été détectée au niveau des zones examinées sur les deux Boeing 707 et sur le Mirage IV conservé sous hangar. À l'inverse, un signal lié à un phénomène de corrosion a été relevé sur la partie du capot avant du Morane-Saulnier MS.760 Paris.

En parallèle, des expérimentations en électrochimie ont été menées afin de former des piqûres à la surface de plaques d'aluminium de 2 mm d'épaisseur. Ces plaques artificiellement corrodées seront utilisées pour le développement de la technique des ondes guidées non linéaires, avec pour objectif la détection précoce des phénomènes de corrosion par piqûres.

Les perspectives

Concernant les solutions inhibitrices, des essais seront menés sur des échantillons en laboratoire avant leur application sur les avions en conditions réelles.

Afin d'obtenir des informations qualitatives sur les cinétiques de corrosion des avions sur leur site de conservation, des ensembles de coupons métalliques (aluminium, fer) seront prochainement disposés dans 3 avions, 2 lieux de stockage et 1 hall d'exposition, couplés à des capteurs climatiques. Un suivi photographique régulier des coupons sera mis en œuvre.

Le projet comprend également un volet sur la diffusion des données obtenues – qu'elles soient scientifiques ou historiques –, et la mise en œuvre de jumeaux numériques devrait jouer un rôle important en la matière.

Les résultats obtenus dans le cadre du projet C-ADER fourniront de nouveaux outils essentiels à la mise en œuvre de stratégies de conservation d'objets patrimoniaux de grande taille conservés dans des conditions environnementales non contrôlées. ■

- a) Détection d'une singularité sur le Morane-Saulnier MS.760 Paris par ultrasons (entourée en bleu) ;
 b) Exemple d'une radiographie au niveau du longeron de la porte d'entrée sur le Boeing 707 « château de Maintenon ».

Vers une gestion plus durable et responsable de l'eau dans les activités de conservation-restauration : un projet du GAECO

Dans le domaine de la préservation des biens culturels, la conservation préventive est traditionnellement définie comme une démarche « qui recouvre l'ensemble des mesures prises afin de prolonger la vie des objets en prévenant [...] leur dégradation naturelle ou accidentelle¹ ». Des stratégies respectueuses de l'environnement dans les politiques de sauvegarde des collections patrimoniales sont désormais requises, au regard du contexte actuel du dérèglement climatique.

Dans cette perspective, la conservation préventive cherche aujourd'hui à inscrire ses actions dans des pratiques durables pour la préservation des collections, et notamment à impliquer les ateliers de conservation-restauration dans une démarche globale de préservation des ressources naturelles². La première initiative du GAECO (voir encadré p. 121) s'est intéressée à la consommation et à la gestion de l'eau de ces ateliers³. L'objectif était de proposer une réflexion et des outils pour favoriser une gestion plus durable de l'eau dans leurs activités.

L'eau est un élément essentiel pour le traitement des biens culturels. Elle est, par exemple, employée pour des bains de stabilisation d'objets archéologiques ou le nettoyage de sculptures. Différentes qualités d'eau peuvent être utilisées : l'eau du robinet, mais aussi des eaux « purifiées », à savoir l'eau déminéralisée (ou déionisée)⁴, l'eau osmosée⁵ et l'eau distillée⁶. Le choix de la qualité d'eau doit garantir l'innocuité du traitement sur les biens culturels.

Comprendre l'impact environnemental des eaux utilisées en conservation-restauration

Émettre des préconisations sur une gestion durable de l'eau lors des activités de conservation-restauration consiste au préalable à évaluer l'impact environnemental des eaux utilisées à partir de leurs modes de production, que ce soit de manière domestique, c'est-à-dire par le biais d'équipements raccordés à l'eau de ville, ou de manière industrielle.

En fonction de ces deux types de production, l'impact environnemental a été calculé à partir de

trois indicateurs : l'empreinte carbone⁷, l'empreinte énergétique⁸ et l'empreinte eau⁹. Ces calculs, réalisés pour chacune des eaux, ont été basés sur les consommables assurant la filtration et l'énergie utilisée pour la purification. De plus, le calcul a inclus soit l'impact des contenants (bouteilles/bidons) nécessaires pour le transport dans le cas d'une production industrielle, soit celui de l'eau de ville pour une production domestique.

1. https://c2rmf.fr/sites/c2rmf/files/vademecum_cc.pdf (consulté le 26 février 2024).

2. Agnès Gall-Ortik et Aurélie Caillot, « La prise en compte de l'écoresponsabilité dans les ateliers de conservation-restauration », *Patrimoines - La revue de l'Institut national du patrimoine*, « Enjeux environnementaux », n° 18, 2023, p. 58-59.

3. Les ateliers concernés sont l'Atelier de restauration et de conservation des photographies (ARCP) de la Ville de Paris, le laboratoire Arc'Antique, ceux des filières archéologie, art graphique et sculpture du Centre de recherche et de restauration des musées de France (C2RMF), ainsi que l'atelier central et celui du département des estampes et de la photographie de la Bibliothèque nationale de France (BnF).

4. https://fr.wikipedia.org/wiki/Eau_d%C3%A9min%C3%A9ralis%C3%A9e (consulté le 27 novembre 2023).

5. https://fr.wikipedia.org/wiki/Osmose_inverse (consulté le 27 novembre 2023).

6. https://fr.wikipedia.org/wiki/Eau_distill%C3%A9e (consulté le 27 novembre 2023).

7. Laurence A. Wright, Simon Kem et Ian Williams, « "Carbon footprinting": Towards a universally accepted definition », *Carbon Management*, vol. 2, n° 1, 2011, p. 61-72. <https://doi.org/10.4155/cmt.10.39>

8. Michel Biron, *A Practical Guide to Plastics Sustainability: Concepts, Solutions and Implementation*, William Andrew, 2020.

9. Arjen Y. Hoekstra et Pham Quang Hung, « Virtual water trade: A quantification of virtual water flows between nations in relation to international crop trade », *Value of Water Research Report Series*, n° 11, 2002.

MAROUSSIA DURANTON

Ingénieure d'études, chargée de recherche appliquée en conservation préventive, Département de la conservation préventive, Centre de recherche et de restauration des musées de France (C2RMF), coresponsable du projet

JANE ÉCHINARD

Cheffe de service, Grand Patrimoine de Loire-Atlantique, département de Loire-Atlantique, Laboratoire Arc'Antique – partenaire du projet

AGNÈS GALL-ORTLIK

Responsable de l'atelier de restauration et de conservation des photographies de la Ville de Paris (ARCP) – partenaire du projet

BERTRAND LAVÉDRINE

Professeur d'histoire, Centre de recherche sur la conservation (CRC), UAR 3224, Muséum national d'histoire naturelle – partenaire du projet

ELEONORA PELLIZZI

Ingénieure de recherche en physique-chimie, Laboratoire scientifique du Département de la conservation, Bibliothèque nationale de France (BnF) – partenaire du projet

ROMAIN PEREZ

Préventeur et restaurateur de photographies indépendant, coresponsable du projet, C2RMF



© Karl Colonnier – Laboratoire Arc'Antique, Grand patrimoine de Loire-Atlantique

Bain de stabilisation par électrolyse au laboratoire Arc'Antique, Nantes, 2023.

Nous avons également constaté que l'impact environnemental de la production d'eau est considérablement réduit lorsque les consommables nécessaires à la filtration peuvent produire de grandes quantités avant d'être remplacés.

Les entretiens menés auprès des ateliers : méthodologie et synthèse des résultats

Pour connaître la gestion de l'eau dans les ateliers, des entretiens ont été menés auprès des conservateurs-restaurateurs. Les équipements permettant la production et la récupération d'eau ont été recensés¹², ainsi que les difficultés susceptibles d'être rencontrées dans la mise en place d'une pratique durable. Pour chaque atelier, le traitement le plus consommateur d'eau a également été identifié et étudié. Les étapes d'utilisation de l'eau, depuis le mode de prélèvement jusqu'à la gestion des effluents, ont été détaillées. Ce « cycle de l'eau » est donc propre à chaque atelier.

Les entretiens ont mis en évidence que les quantités d'eau utilisées pour le traitement en question ont une incidence sur son cycle et son contrôle qualité. Les traitements « faiblement consommateurs¹³ » comportent peu d'étapes d'utilisation et la qualité d'eau choisie repose sur des protocoles acquis et des habitudes de pratique. Ceux « fortement consommateurs¹⁴ » impliquent plus d'étapes d'utilisation, voire de réutilisation, que ce soit pour un même traitement ou une autre activité de restauration. La qualité de l'eau employée fait aussi l'objet de plus de contrôles tout au long du traitement.

Cette différence de comportement ne signifie pas un manque de sensibilisation de la part des ateliers faiblement consommateurs. Les possibilités de réutilisation sont limitées du fait d'incertitudes sur les propriétés de ces eaux récupérées et de l'absence d'un protocole scientifique pour s'assurer de leur innocuité sur les œuvres à traiter.

À partir de cette évaluation, des préconisations générales et d'autres spécifiques à chaque atelier ont été émises pour une gestion plus durable de leur consommation. Le cycle de l'eau de chaque atelier a été révisé en vue de l'inscrire dans cette perspective. La méthodologie adoptée se base sur la stratégie des « 3R », à savoir « réduire » les quantités prélevées, « réévaluer » les types d'eau choisis et « réemployer » les volumes déjà utilisés, pour un même traitement ou une autre action.

10. Notamment sur la base Empreinte® de l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME) : <https://base-empainte.ademe.fr/> (consulté le 20 mars 2024).

11. Pour *Life Cycle Assessment* (Analyse du cycle de vie - ACV), méthode définie par les normes ISO 14040 et 14044.

12. Comme les équipements permettant de purifier l'eau, mais aussi les déshumidificateurs. Voir également dans ce numéro l'article de Vanessa Letellier, « Aspects et impacts environnementaux des pratiques archéologiques », p. 39.

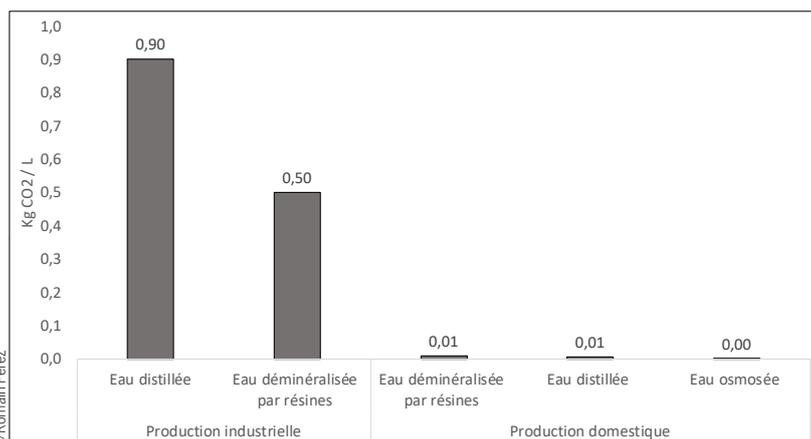
13. Quelques dizaines de litres.

14. Au moins une centaine de litres.

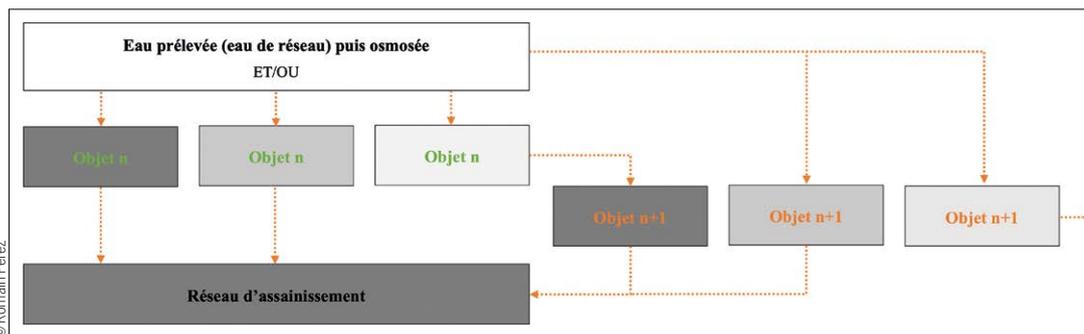
En effet, il n'existe pas de données portant spécifiquement sur les empreintes des eaux purifiées¹⁰. Il a été nécessaire de se rapprocher de l'impact de méthodes de production et de matériaux similaires. Les données disponibles dans la littérature scientifique retenues pour cette étude sont celles ayant été calculées suivant la méthodologie LCA¹¹, qui permet de quantifier l'impact d'un matériau depuis sa production, en passant par son utilisation, jusqu'à sa gestion en tant que déchet. Les chiffres obtenus donnent un ordre de grandeur pour comparer les empreintes liées à la production de chacune des eaux étudiées.

Les résultats mettent en évidence que la production industrielle a un impact plus grand que la production domestique. Par exemple, l'eau déminéralisée produite industriellement implique l'émission d'environ 50 fois plus de CO₂ que si elle est produite de façon domestique. Cette différence s'explique par le fait que la production industrielle implique l'usage de bouteilles en plastique, dont la part dans le calcul des empreintes est la plus importante. Nous avons également constaté que l'impact environnemental de la production d'eau est considérablement réduit lorsque les consommables nécessaires à la filtration peuvent produire de grandes quantités avant d'être remplacés.

Empreinte carbone des eaux par mode de production, Paris, 2023.



© Romain Perez



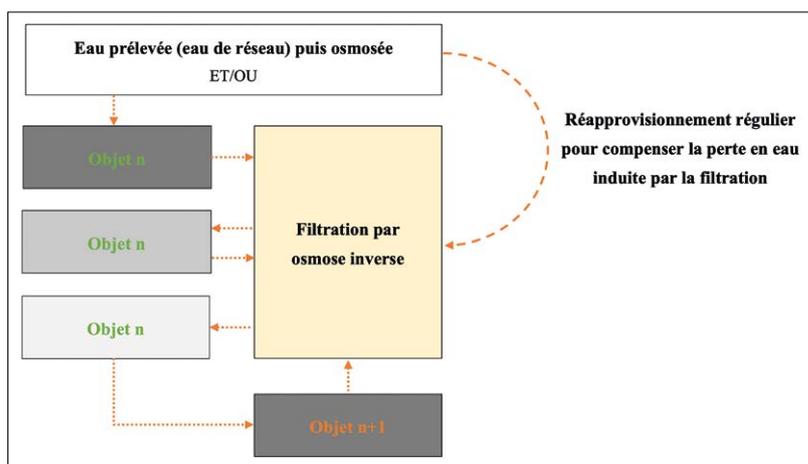
Cycle de l'eau actuel pour le traitement le plus consommateur d'Arc'Antique, Paris, 2023.

Quelques exemples de préconisations durables proposées

Proposer une gestion durable de l'eau consiste à questionner toutes les étapes liées aux traitements qui consomment cette ressource et à normaliser certaines pratiques régulières dans les ateliers, comme le lavage des mains ou d'outils. L'étude sur l'impact environnemental permet aussi aux équipes de trouver une méthode d'approvisionnement plus durable et de réévaluer si possible le type d'eau employé en fonction des spécificités du traitement. Il s'agit tout d'abord de privilégier l'utilisation d'eau du robinet lorsque cela est adapté. Si le traitement nécessite une eau purifiée, utiliser un équipement de purification a beaucoup moins d'impact qu'un approvisionnement par achat de bouteilles.

Concernant les cycles de l'eau étudiés, l'illustration ci-contre met en évidence le cycle actuel de la pratique la plus consommatrice en eau dans le laboratoire Arc'Antique. Elle concerne la déchloruration d'objets ferreux par immersions successives dans différents bains. Le protocole de traitement actuel bénéficie déjà de mesures durables. Pour les premiers bains, les équipes utilisent, lorsque cela est possible, de l'eau de pluie¹⁵ récupérée, complétée par de l'eau osmosée obtenue à partir d'un osmoseur situé dans l'espace de travail. Le dernier bain, celui de rinçage, est réutilisé pour un même traitement sur d'autres objets. Une fois terminés, les bains sont systématiquement évacués dans le réseau d'assainissement.

L'illustration ci-contre schématise un cycle qui permettrait de renforcer la durabilité du processus. Il est nécessaire de prélever de l'eau osmosée ou de l'eau de pluie pour le premier bain. Une fois ce bain terminé, plutôt que de rejeter l'eau utilisée, il est envisagé de filtrer cette dernière à travers l'osmoseur, ce qui permet de récupérer de l'eau purifiée pour une



Réapprovisionnement régulier pour compenser la perte en eau induite par la filtration

Proposition d'un cycle durable pour Arc'Antique, Paris, 2023.

nouvelle utilisation dans les bains et traitements ultérieurs.

Conclusion

Dans cette étude, certaines préconisations émises nécessitent une validation scientifique, par exemple la détermination des propriétés de l'eau récupérée après un traitement de restauration ou encore la capacité de filtration d'eaux de traitements pour les réutiliser. Pour lever ces interrogations, le « cycle de l'eau » est actuellement en phase expérimentale. Des protocoles ou chimiques, sont en phase de tests. L'objectif est de fournir aux équipes de conservateurs-restaurateurs des outils fiables pour contrôler la qualité des eaux utilisées et d'évaluer en autonomie les possibilités de réutilisation ou de réemploi dans les activités de conservation-restauration. ■

15. L'eau de pluie a été validée scientifiquement par le laboratoire.

Présentation du GAECO

Le Groupe d'action en éco-conservation (GAECO) est un groupement de professionnels du patrimoine (préventeurs, conservateurs-restaurateurs, scientifiques, etc.) motivés pour élaborer, soutenir, encourager des solutions pragmatiques de conservation-restauration des biens culturels qui intègrent les impératifs de durabilité et de respect de l'environnement. GAECO définit, en concertation

avec des professionnels du patrimoine culturel, des sujets de recherche prioritaires qu'il cherche à promouvoir avec le concours des laboratoires scientifiques dans le cadre d'appels à projet. Le GAECO est actuellement composé de Maroussia Duranton, chargée de recherche au Département de la conservation préventive du Centre de recherche et de restauration des musées de France,

de Jane Échinard, cheffe de service du laboratoire Arc'Antique, d'Agnès Gall-Ortlik, responsable de l'Atelier de restauration et de conservation des photographies de la Ville de Paris, de Bertrand Lavédrine, professeur d'histoire au Muséum national d'histoire naturelle et d'Eleonora Pellizzi, ingénieure de recherche en physique-chimie à la Bibliothèque nationale de France.

Utilisation des photons : solution innovante au service de la conservation du patrimoine culturel

Le Laboratoire de recherche des monuments historiques (LRMH) s'est engagé à travers ses travaux de recherches à respecter la dimension environnementale du développement durable. En effet, depuis 2007, ses projets sont orientés vers la recherche de solutions innovantes et alternatives aux produits chimiques pour lutter contre le développement des microalgues et pour répondre aux préoccupations de la société sur leurs effets négatifs.

FAISL BOUSTA

Ingénieur de recherche et responsable du Pôle scientifique Microbiologie, Laboratoire de recherche des monuments historiques (LRMH)

ALEXANDRE FRANÇOIS

Ingénieur d'études, Pôle scientifique Microbiologie du LRMH

JOHANN LEPLAT

Ingénieur de recherche, Pôle scientifique Microbiologie du LRMH

Cette thématique de recherche a été motivée depuis la modification de la loi sur les biocides par une directive européenne de 1998 portant sur la régulation de leur vente et de leur emploi¹.

Pour préserver le patrimoine culturel des attaques microbiologiques, le LRMH, en collaboration avec le Laboratoire de Chrono-Environnement de l'Université de Franche-Comté (UMR 6249), a élaboré une nouvelle stratégie qui consiste à traiter les biofilms avec des photons. Leur utilisation pour éradiquer les biofilms a été expérimentée et validée comme technique efficace. Le « photon » désigne les particules porteuses de la lumière et de l'énergie associée.

La lutte contre les micro-organismes

Les biofilms se développant sur des matériaux présentent de nombreux effets négatifs et sont à l'origine de dégradations partielles ou totales des biens culturels. En effet, la colonisation entraîne des dommages esthétiques pour les matériaux, mais représente également un danger pour leur conservation².

Faute de méthodes alternatives, la solution majoritairement utilisée pour stopper ce type de recouvrement biologique reste le traitement chimique. Ces produits sont solubles dans la majorité des solvants et en particulier dans l'eau. Ainsi, les risques de contamination des nappes phréatiques par lixiviation représentent un problème majeur pour l'environnement.

Notre objectif est de trouver une solution efficace pour lutter contre les microalgues, sans effets secondaires sur les matériaux et tout en respectant l'environnement. Notre approche consiste à explorer le pouvoir curatif des ultra-violets (UV).

Il existe trois catégories d'UV (A, B et C), qui se distinguent par leur longueur d'onde. Nos recherches sont focalisées sur l'UV-C (longueur d'onde courte et très énergétique). Afin de comprendre les effets de l'UV-C sur les microalgues, une approche multi-échelle a été mise en place. L'efficacité a donc été étudiée *in vitro* à l'échelle cellulaire, à l'échelle du biofilm sur un support et enfin par des essais *in vivo*, sur site.

Notre objectif est de trouver une solution efficace pour lutter contre les microalgues, sans effets secondaires sur les matériaux et tout en respectant l'environnement. Notre approche, consiste à explorer le pouvoir curatif des ultra-violet (UV).

1. Directive 98/8/CE du Parlement européen et du Conseil du 16 février 1998 concernant la mise sur le marché des produits biocides : <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT00000887727> (consulté le 20 mars 2024).

2. Laura Bruno, Federica Villa, Clara Urzi et Patrick Di Martino, « Progress on biodegradation of stone monuments: Editorial on special issue for European Conference on biodegradation of Stone Monument 2020 (VSI-ECBSM2020) », *International Biodeterioration & Biodegradation*, vol. 175, novembre 2022. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ibiod.2022.105509> (consulté le 20 mars 2024).



© Faisi Bousta – LRMH

© Faisi Bousta – LRMH

Abbaye Saint-Martin de Laon, développement de micro-algues sur un pilier avant exposition à l'UV-C, 2 juin 2010.

Abbaye Saint-Martin de Laon, résultat obtenu après exposition à l'UV-C, 3 juin 2010.

La recherche menée est orientée vers l'efficacité du traitement à la fois en matière d'éradication des algues (mort cellulaire) et en matière de dégradation des pigments naturels (chlorophylles et caroténoïdes)³.

Les photons, une technique innovante

L'utilisation des photons s'est avérée pertinente comme approche nouvelle pour le traitement des microalgues.

L'UV-C a l'avantage à la fois de tuer les micro-organismes et d'induire la dégradation des pigments qu'ils renferment, permettant ainsi de rendre l'invisible visible. Cet aspect est très intéressant dans le domaine de la conservation des biens culturels. En effet, une gravure ou une peinture colonisée par le biofilm pourrait être traitée par l'UV-C sans toucher le support au risque de l'abîmer (par exemple la frise noire peinte de la grotte de Pech-Merle⁴). L'autre intérêt de l'utilisation de l'UV-C dans ce domaine semble être directement associé aux avantages proposés en matière de protection des matériaux et de l'environnement. Cette méthode ne produit et ne rejette aucun élément toxique dans l'environnement. En outre, l'UV-C n'a pas d'impacts négatifs sur l'intégrité des matériaux inorganiques.

Dans le contexte de la conservation du patrimoine culturel, l'utilisation de l'UV-C semble satisfaire l'enjeu du développement des méthodes alternatives aux produits chimiques. En effet, le traitement UV-C a été appliqué avec succès dans plusieurs sites d'intérêt comme substituts aux produits chimiques. Cette technique a été utilisée, par exemple, pour traiter des développements dans la grotte de Gargas (Hautes-Pyrénées), la grotte de Pech-Merle (Lot) et les grognards du carrousel du Louvre (Paris).

Cependant, l'utilisation des UV-C est soumise à certaines contraintes.

Certes, l'effet sur le biofilm est plus rapide que celui des biocides, mais son exposition exige un peu plus de temps qu'une application de biocides. De plus, le traitement UV-C requiert une alimentation électrique, ce qui représente une contrainte pour certains monuments.

Malgré ces contraintes, l'utilisation de l'UV-C est la méthode la plus écologique, la plus respectueuse de l'environnement et reste le seul traitement applicable dans certaines situations. Par exemple, la frise noire (peinture préhistorique) de la grotte de Pech-Merle colonisée par les micro-algues a été traitée par ce procédé en 2019. ■

3. Fabien Borderie, *Utilisation du rayonnement UV-C comme méthode alternative aux produits chimiques dans la lutte et le contrôle de la prolifération des micro-organismes sur les matériaux du patrimoine*, thèse, Université de Franche-Comté, 2014 : <https://theses.hal.science/tel-01244642> (consulté le 20 mars 2024); Stéphane Pfendler, *Intérêt du traitement par UV-C des communautés bactériennes, fongiques et des protistes autotrophes des biofilms colonisant la pierre patrimoniale : structure des peuplements, effets des UV-C sur la physiologie algale et innocuité du traitement vis-à-vis du support pictural*, Université Bourgogne Franche-Comté, 2017 : <https://theses.hal.science/tel-01905921> (consulté le 20 mars 2024).

4. https://www.lrmh.fr/Default/doc/SYRACUSE/50734/etude-de-la-frise-noire-du-pech-merle-conclusions-generales-montauban-cahors?_lg=fr-FR

La condensation, facteur d'altération des matériaux – un nouvel enjeu patrimonial face au changement climatique

Le changement climatique a un impact croissant et durable sur notre environnement et notre société, et le patrimoine culturel n'est pas épargné. Avec des étés plus chauds et plus secs et des hivers plus chauds et plus humides, avec la fréquence croissante des événements météorologiques extrêmes et l'élévation du niveau de la mer, les biens matériels et immatériels sont exposés à de nouveaux risques et leur vulnérabilité est bien plus grande. Jusqu'au lancement récent du Livre vert sur le patrimoine culturel européen intitulé « Placer le patrimoine commun de l'Europe au cœur du *Green Deal* européen », le 22 mars 2021, le secteur du patrimoine culturel avait été largement exclu du *Green Deal* européen.

ANN BOURGÈS

Ingénieure de recherche HDR, responsable adjointe du groupe Objet, Département recherche du Centre de recherche et de restauration des musées de France (C2RMF), secrétaire générale et animatrice du groupe Climat et patrimoine ICOMOS France

Le défi de la mesure de la condensation dans le paradigme du changement climatique

Dans la littérature sur le changement climatique, le cadre de risque est généralement composé de trois facteurs principaux : l'exposition, l'aléa et la vulnérabilité¹ (la vulnérabilité englobe la sensibilité et la capacité d'adaptation). Cependant, des recherches sont nécessaires pour évaluer de manière plus cohérente les risques liés au changement climatique pour les biens du patrimoine culturel en intégrant l'exposition, la sensibilité et surtout la corrélation du risque avec des événements spécifiques tels que les vagues de chaleur ou les pluies intenses. Selon le groupe Bizot², qui réunit des conservateurs de musées du monde entier, il est nécessaire, pour la conservation des peintures, de maintenir une humidité relative comprise entre 40 et 60 % et une température entre 16 et 25 degrés Celsius³.

Ces recommandations sont-elles réalistes aujourd'hui ou réalisables à l'avenir, alors que les événements extrêmes accompagnés de températures et d'humidité élevées sont de plus en plus fréquents ? Le climat autour d'un objet, même en intérieur, dépend

totalemment des variations extérieures. En supposant qu'une grande partie des dommages constatés sur le patrimoine culturel résulte de réactions mécaniques à des stimuli tels que les changements de température, l'humidité relative, les chocs et les vibrations⁴, le risque principal et le plus important en matière de conservation est l'eau. L'eau, une fois concentrée sur une surface ou pénétrant dans un milieu poreux, peut dissoudre des composants, transporter des polluants, provoquer des gonflements et favoriser la croissance biologique. Comment prévoir la formation et l'accumulation de l'eau sur une surface ? La température et l'humidité relative, deux paramètres climatiques clés, jouent un rôle crucial dans la détermination du « point de rosée », qui désigne la température à laquelle un film d'eau se forme à la surface d'un matériau. Malheureusement, les mesures actuelles négligent les propriétés de surface des matériaux et ne tiennent pas compte du fait que la surface d'un objet en bois est très différente de celle d'un objet en marbre, en bronze ou d'une fresque. Au toucher, la perception du chaud ou du froid est différente, en raison de la propriété thermique spécifique des matériaux, connue sous le nom d'effusivité. De même, lorsque la température et l'humidité relative rencontrent la surface d'un matériau, la réponse de ce dernier dépend de sa capacité à émettre de la chaleur, appelée émissivité, qui doit à son tour être soigneusement étudiée pour comprendre les facteurs qui sous-tendent le comportement de l'eau sur différentes surfaces.

1. AR5 Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability: <https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg2/> (consulté le 20 mars 2024).

2. <https://www.nationalmuseums.org.uk/what-we-do/contributing-sector/environmental-conditions/>; <https://www.cimam.org/sustainability-and-ecology-museum-practice/bizot-green-protocol/> (consulté le 20 mars 2024).

3. NF-EN 15757 – 2010.

4. Marion F. Mecklenburg, « Applied Mechanics of Materials in Conservation Research », *Materials Research Society Online Proceedings Library*, vol. 185, 1990, p. 105-122 : <https://doi.org/10.1557/PROC-185-105> (consulté le 20 mars 2024).

Quelles sont les ramifications du changement climatique sur les collections des musées ?

La connaissance et la compréhension accrues des impacts du changement climatique sur le patrimoine culturel sont principalement générées à l'aide de méthodes quantitatives. La modélisation est généralement employée pour caractériser l'exposition future du patrimoine matériel dans le cadre de scénarios, tels que la pluie poussée par le vent, ou en combinaison avec la simulation hygrothermique pour évaluer plusieurs mécanismes de changement matériel⁵.

Dans ce cadre, les musées doivent comprendre comment ils seront affectés par le changement climatique et adapter leurs pratiques, leur localisation, leurs programmes et leurs collections pour préparer l'avenir⁶. Le Réseau des organisations muséales européennes (NEMO⁷) est activement engagé dans le thème de la durabilité et de l'action climatique depuis 2019. Cette enquête a été administrée par 578 musées de 38 pays européens entre le 22 avril et le 22 juin 2022. Néanmoins, seul 1 musée sur 10 a effectué l'analyse concernant les défis possibles résultant du changement climatique pour leurs musées. Ceci est d'autant plus surprenant que le climat intérieur d'un bâtiment, tel qu'un musée, dépend largement du climat extérieur. Cette variation est causée par des différences dans l'enveloppe du bâtiment, l'orientation du bâtiment lui-même ou de ses pièces,

le rayonnement solaire, le vent, l'utilisation et la fonction du bâtiment, etc. Les quelques études qui existent spécifiquement sur les collections de musées, notamment *Climate for Culture*⁸ et *European Protocol In Preventive Conservation* (EPICO⁹), se concentrent sur la surveillance de la température ambiante et de l'humidité relative en corrélation avec la dégradation observée des objets à l'échelle macro. Cependant, c'est l'eau, omniprésente dans tous ses états, qui est le principal agent de dégradation, et sa relation avec le microclimat est malheureusement rarement prise en considération. Les décors de la salle de bal du château de Fontainebleau ont fait l'objet d'une série d'analyses, dont des études thermo-aérobies qui ont mis en évidence l'impact du climat – en particulier de l'humidité – sur la détérioration des peintures. On en trouve un autre exemple dans les réserves de bronze et de marbre du musée Rodin, où le taux d'humidité relative varie drastiquement entre 51,7 % et 36 % au cours d'une même semaine, ce qui peut expliquer les cycles répétés de cristallisation du plâtre galvanisé. De nombreux verres archéologiques et de la Renaissance présentent les traces habituelles d'une dégradation rapide, à savoir l'altération des verres « qui pleurent » à la surface du verre¹⁰. Les processus chimiques dommageables sont bien définis, mais leur relation avec un éventuel microclimat néfaste ou un éventuel phénomène de condensation n'est pas encore démontrée.

5. Vlatka Rajčić, Anna Skender et Domagoj Damjanović, « An innovative methodology of assessing the climate change impact on cultural heritage », *International Journal of Architectural Heritage*, vol. 12, n° 1, 2018, p. 21-35.

6. Voir dans ce numéro l'article de Céline Chanas, Gaëlle Crouan (coord.), Virginie Donzeaud et Georges Magnier, « Les musées de France, acteurs de la transition écologique », p. 57.

7. Elizabeth Wilde (ed.), *Museums in the climate crisis. Survey results and recommendations for the sustainable transition of Europe*, NEMO – Network of European Museum Organisations, 2022 : <https://fr.scribd.com/document/688955003/NEMO-Report-Museums-in-the-climate-crisis-11-2022> (consulté le 20 mars 2024).

8. Climate for Culture EU FP7 : <https://www.adaptation-changement-climatique.gouv.fr/s-inspirer/projets-recherche/climate-culture> (consulté le 20 mars 2024).

9. Par exemple pour les châteaux-musées et demeures historiques : <https://www.chateauversailles.fr/presse/collections/preserver-les-chateaux-musees-heure-changement-climatique> (consulté le 20 mars 2024).

10. Michael Melcher et Manfred Schreiner, « Glass degradation by liquids and atmospheric agents », dans Koen Janssen (ed.), *Modern methods for analysing archaeological and historical glass*, vol. 1, Wiley, 2013, p. 609-651 : <https://doi.org/10.1002/9781118314234.ch29> (consulté le 20 mars 2024).



Verre « qui pleure » des réserves du Musée des arts décoratifs montrant la formation de gouttelettes d'eau en surface : projet de thèse de Thalie Law, *Altération atmosphérique de verres anciens*, sous la direction d'Odile Majérus, IRCP CNRS UMR 8427 et C2RMF.



Détail d'un verre « qui pleure » des réserves du Musée des arts décoratifs – des gouttelettes de condensation sont visibles sur le verre bleu : projet de thèse de Thalie Law, *Altération atmosphérique de verres anciens*, sous la direction d'Odile Majérus, IRCP CNRS UMR 8427 et C2RMF.

11. A.W.T. Barenbrug, *Psychrometry and Psychrometric Charts* [1947], Cape and Transvaal Printers Ltd., 3^e éd., 1974; R. E. Bentley, *Temperature and Humidity Measurement: Handbook of Temperature Measurement*, vol. 1, Springer, 1998; P. Giacomo, « Equation for the determination of density of moist air », *Metrologia*, vol. 18, n° 1, 1982, p. 33-40; R. S. Davis, « Equation for the determination of the density of moist air », *Metrologia*, vol. 29, n° 1, 1992, p. 67-70.

12. Jacques Hameury, Bruno Hay et Jean-Remy Filtz, « Measurement of total hemispherical emissivity using a calorimetric technique », *International Journal of Thermophysics*, vol. 28, n° 6, 2007, p. 1607-1620; Bruno Hay, Jacques Hameury, Jean-Remy Filtz *et al.*, « The metrological platform of LNE for measuring thermophysical properties of materials », *High Temperatures-High Pressures*, vol. 39, n° 3, 2010, p. 181-208.

13. Adam Mazikowski et Krzysztof Chrzanoski, « Non-contact multiband method for emissivity measurement », *Infrared Physics & Technology*, vol. 44, n° 2, 2003, p. 91-99; Leire Del Campo L., Raúl B. Pérez-Sáez, Xabier Esquisabel, Ignacio Fernández et Manuel J. Tello, « New experimental device for infrared spectral directional emissivity measurements in a controlled environment », *Review of Scientific Instruments*, vol. 77, n° 11, 2006, p. 1-8; V. Vitkovskii, V. G. Gorshenev et Y. F. Potapov, « Measurement of spectral directional emissivity of materials and coatings in the infrared region of spectrum », *Thermal Engineering*, vol. 56, n° 3, 2009, p. 245-248.

14. Fahad Saeed, Carl-Friedrich Schlessner et Moetasim Ashfaq, « Deadly heat stress to become commonplace across South Asia already at 1.5°C of global warming », *Geophysical Research Letters*, vol. 48, n° 7, 2021 : <https://doi.org/10.1029/2020GL091191> (consulté le 20 mars 2024).

15. meteo-paris.com (consulté le 20 mars 2024).



Détail d'un verre « qui pleure » des réserves du Musée des arts décoratifs – des écoulements sont visibles et opacifient le verre : projet de thèse de Thalie Law, *Altération atmosphérique de verres anciens*, sous la direction d'Odile Majérus, IRCP CNRS UMR 8427 et C2RMF.

Au-delà de l'état de l'art : lever le verrou sur la détermination du « point de rosée » et ses impacts

Si la recherche suscite le besoin de surveiller les sites, aucun d'entre eux ne propose de recherche spécifique sur le comportement des matériaux et les propriétés de surface. Or le facteur déclenchant de tous les mécanismes de dégradation brièvement décrits ci-dessus est lié à la présence d'eau. Il s'agit donc d'identifier les conditions précises de formation des films d'eau à la surface des différents matériaux du patrimoine dans des espaces non réglementés. Ce phénomène dépend de la température de l'air ambiant, de l'humidité relative de l'air et donc de la température de surface du matériau, qui est le plus souvent négligée¹¹. La température de surface est dite radiative et se mesure à travers le rayonnement émis par le matériau, ou son émissivité¹². Ce paramètre n'est jamais pris en compte dans les évaluations en conservation préventive, qui considèrent un point de rosée général généré sur une vitre standard. Or l'émissivité, propriété thermique essentielle, est différente pour chaque matériau. Ces propriétés dépendent du matériau, de son arrangement microstructural et de sa rugosité de surface.

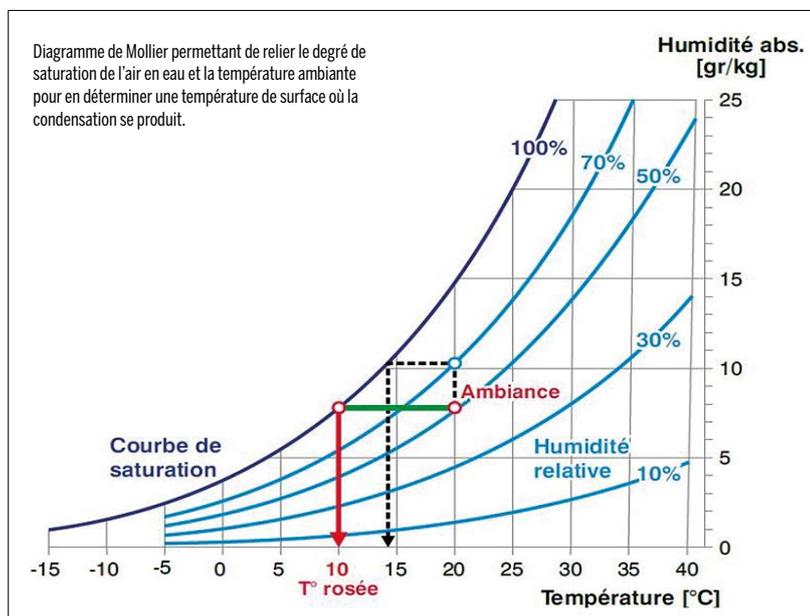
C'est la mesure de ces paramètres précis, qui font appel à la physique des matériaux, qui est totalement innovante dans les recherches menées au C2RMF. Les conditions réelles de formation de ces films d'eau à la surface des matériaux, leur fréquence et leurs impacts sur la cinétique d'altération des matériaux face aux événements climatiques sont aujourd'hui notre priorité. Dans le domaine du patrimoine culturel, plusieurs techniques de contact utilisant les interactions des ondes acoustiques ou électromagnétiques sont utilisées pour sonder ces matériaux, mais en raison de l'hétérogénéité des milieux, de leur géométrie et de la structure de leur surface, la technique de contact réduit l'efficacité de la mesure¹³.

Conclusion

Il est donc nécessaire d'introduire une approche novatrice pour :

- développer des instruments techniques et non destructifs pour mesurer de manière appropriée ces propriétés de surface ;
- surveiller les sites avec des instruments peu coûteux et non destructifs pour une approche à long terme ;
- identifier et comprendre le comportement chimique et mécanique de chaque matériau de surface ;
- intégrer les données à échelle variable, du stress local au scénario de changement climatique ;
- corréler grâce au nouvel apport de l'intelligence artificielle le domaine de la conservation et celui de la science ouverte.

Comme il existe une carte du thermomètre humide pour l'homme qui localise les zones de risque vital en fonction de la température et de l'humidité relative^{14, 15}, nous proposons de mettre en place une cartographie des points de rosée par matériaux patrimoniaux. Il s'agit donc de combler une lacune, de répondre à la question essentielle aujourd'hui qui est celle de la prévention, de l'anticipation. Comment les matériaux patrimoniaux réagissent-ils aujourd'hui à des conditions de conservation variables, comment réagiront-ils demain au changement climatique ? Pour anticiper les comportements futurs, il est essentiel de compléter nos connaissances sur les comportements actuels. ■



Renaissance d'une essence patrimoniale : l'orme

L'orme a de tout temps été valorisé par l'homme : pilotis de Venise, support de la vigne des Romains, plantations massives dès Henri II pour fournir du bois de marine et pour les affûts de canon, source de fourrage, lieu de justice, alignements et parcs urbains. L'engouement pour cette essence indigène a toutefois été contrarié par des problèmes sanitaires.

Les problèmes de santé de l'orme

En 1787, Philippe-Isidore Picot de Lapeyrouse décrit avec minutie près de Toulouse des mortalités faisant suite à trois années de sécheresse, puis aux attaques de galéruque (insecte foliaire) et enfin de scolytes (coléoptères sous-corticaux)¹. Vers 1847, ce sont les ormes (âgés) des Tuileries et des Champs-Élysées qui succombent de manière similaire. En 1850, les ormes du canal du Midi sont remplacés par des platanes.

Une première épidémie de graphiose (aussi appelée maladroitement « maladie hollandaise ») débute en Europe vers 1916, due à un champignon microscopique (*Ophiostoma novo-ulmi* Brasier) importé d'Asie. Il infecte les vaisseaux conducteurs de la sève brute, les obstrue et sécrète des toxines. L'arbre flétrit et meurt souvent en seconde année. La contagion est due localement aux greffes de racines entre arbres voisins, alors qu'à distance, ce sont les scolytes émergeant des arbres malades qui vont contaminer des arbres sains.

Entre les deux guerres, ce champignon est exporté en Amérique du Nord, d'où il nous revient *via* la Grande-Bretagne, sous la forme d'une souche plus agressive. Il en résulte une terrible épidémie à partir du milieu des années 1970 en Europe. La Grande-Bretagne perd ainsi 25 millions d'arbres adultes, la population parisienne passe de 30 000 à 1 000 arbres et le bocage du Calvados perd plus de 99 % de ses ormeaux. La plupart des arbres adultes sont anéantis. Il reste très peu d'ormes multiséculaires comme celui de Gorbio (Alpes-Maritimes). Des rejets ou des draçons apparaissent, mais sont vite contaminés. Aucun remède naturel ne se fait jour.

Les pistes de recherche pour lutter contre la graphiose

Contre le champignon sont essayées des injections de fongicide dans les troncs. Nos essais montrent une certaine efficacité à titre préventif, à condition que

les arbres adjacents soient encore sains. Mais cette technique est délicate, coûteuse et risque d'infliger aux arbres de multiples blessures. Contre les scolytes, les insecticides efficaces sont proscrits et les essais de piégeage avec des phéromones conduits aux États-Unis ne sont pas concluants. Ne reste donc que l'action sur l'arbre afin d'en trouver des résistants. Cette solution a l'avantage d'être simple à utiliser, peu coûteuse et dénuée d'intrants chimiques. Néanmoins, les responsables d'espaces verts ne sont plus guère enclins à planter des ormes.

La sélection pour la résistance à la graphiose

Eric Collin du Centre national du machinisme agricole du génie rural, des eaux et des forêts (Cemagref)² avait constitué une collection d'ormes indigènes. Nous en avons testé plus de deux cents, sans pouvoir en trouver un dont le niveau de résistance puisse permettre d'engager sa culture pour obtenir des arbres adultes durablement sains. La solution

JEAN PINON

Directeur de recherche honoraire, Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement (INRAE), Centre Grand Est – Nancy

1. Voir dans ce numéro l'article de Vincent Guichard et son illustration d'une coupe rase d'une parcelle d'épicéas dans l'enceinte de la ville antique de Bibracte, à la suite de l'attaque massive du scolyte : « Du projet de site au projet expérimental de territoire : le cheminement du Grand Site de France de Bibracte – Morvan des Sommets », p. 92.

2. Cemagref, ancien nom du Centre d'étude du machinisme agricole et du génie rural des eaux et forêts, partie de l'INRAE désormais.

Test de résistance à la graphiose, 1998.





« Lutèce », Avenue Fabre d'Églantine, 2022.

résidait donc dans des hybrides essentiellement européens (pour conserver le type d'arbre) incluant un peu d'orme asiatique, source de résistance, car ayant cohabité avec la maladie (sélection naturelle).

Néanmoins, nous n'avions pas les moyens de lancer un programme d'hybridation. À partir de 1975, nous établissons une collaboration avec le D^r Hans Heybroek (Alterra³) qui avait une longue expérience de l'orme et une collection végétale unique au monde. En 1976, il nous soumet trois variétés (« Dodoens », « Lobel » et « Plantijn ») qu'il vient de mettre sur le marché et qu'il considère comme résistantes. Nous les inoculons avec une souche fraîche (entaille jusqu'à l'aubier avec dépôt de gouttes de suspension de spores) du champignon en 1977.

Il s'avère qu'elles ne sont pas assez résistantes, ce qui sera confirmé ensuite au Bois de Vincennes où elles succomberont sous infection naturelle. Dans le cadre d'un contrat européen, Hans Heybroek nous soumet à partir de 1980 une soixantaine de variétés créées récemment (non éprouvées pour leur résistance) et que nous installons en plantation (4 × 4 m) à Nancy puis au Bois de Vincennes (terrain mis à disposition par la Ville de Paris). Nous les y observerons jusqu'en 2006 pour leur croissance, leur forme et leur état sanitaire en conditions naturelles. Pour gagner du temps, ces variétés sont bouturées à l'Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement (INRAE) d'Angers, afin de nous fournir des centaines de plants que nous soumettrons à de multiples inoculations en pépinière.

Nous retiendrons quatre variétés, toutes de parenté essentiellement européenne, que nous confions à Agri Obtentions pour leur inscription et leur protection

puis leur commercialisation, *via* le réseau du SAPHO⁴. Ce sont des co-obtentions INRAE/Alterra. Deux sont sur le marché (Ulmus Lutèce® « Nanguen », 2002 et Ulmus Vada® « Wanoux », 2006). Elles sont largement plantées à présent (près de 400 000 plants en France) et aucun retour négatif n'est apparu. Elles figurent dans des sites prestigieux : Hôtel Matignon, Domaine de Sceaux, Jardin des Tuileries, Allée royale de Versailles, etc. Ces variétés sont aussi plantées dans les haies et des essais confirment leur valeur fourragère. En Grande-Bretagne, « Lutèce » remporte un vif succès où il héberge un papillon très menacé, la thècle de l'orme. Un pépiniériste anglais produit dorénavant cette variété. Hans Heybroek a aussi mis sur le marché deux variétés proches génétiquement des précédentes : « Clusius » (peu diffusée en France) et « Columella », variété fastigiée bien représentée en ville. Nous n'avons pas testé ces deux dernières variétés demeurées saines jusqu'alors.

Entre 1975 et 1999, d'autres variétés assez résistantes avaient été mises sur le marché, mais d'origine asiatique (hybrides entre *Ulmus pumila* et *U. Japonica*), distinctes des ormes européens. Dans l'ordre de commercialisation : « Sapporo Gold », « Rebona » et « Morton ». « Sapporo Gold » est la seule très diffusée dans les villes françaises, mais rendue dangereuse par ses arrachements de charpentières, ce qui la limite aux haies.

Conclusion

L'orme a payé un lourd tribut aux échanges intercontinentaux. Toutefois, la collaboration entre chercheurs européens a abouti à des variétés qui résistent bien à la maladie. Leur culture, en remplacement des variétés anciennes, a permis de réduire considérablement la pression des scolytes au point que les variétés apparues en 1975 sont actuellement saines en ville. Cette valorisation de variétés plus résistantes pourrait être déployée pour d'autres essences menacées par des parasites introduits (frêne et chalarose, platane et chancre coloré, par exemple). La prévention contre les introductions prévisibles (comme le flétrissement américain du chêne), à laquelle nous avons contribué, doit être l'objet d'une vigilance permanente. ■

3. Alterra, ancien nom de l'actuel Wageningen Environmental Research, Pays-Bas : Alterra est un institut de recherche néerlandais multidisciplinaire, spécialisé dans l'environnement artificialisé et anthropisé (environnement rural, écologie urbaine, espaces verts, trames vertes).

4. <https://www.sapho.fr/fr/> (consulté le 20 mars 2024).

Bibliographie

Jean Pinon, Claude Husson et Éric Collin, « Susceptibility of native French elm clones to *Ophiostoma novo-ulmi* », *Annals of Forest Science*, vol. 62, n° 7, 2005, p. 689-696 : <https://doi.org/10.1051/forest.2005066> (consulté le 15 mars 2024).

Jean Pinon, « Le retour des ormes dans les villes françaises », *Revue forestière française*, vol. 74, n° 3, 2023, p. 347-357 : <https://doi.org/10.20870/revforfr.2023.7686> (consulté le 15 mars 2024).

Jean Pinon, « Restaurer l'orme : la graphiose de l'orme et la sélection de variétés résistantes », *Journées professionnelles de la conservation-restauration. Soyons acteurs de la recherche en conservation-restauration*, 2022 : <https://www.youtube.com/watch?v=R8WOMhY0k4> (consulté le 15 mars 2024).

Ministère de la Culture, *Intervenir dans un jardin classé ou inscrit au titre des monuments historiques* : <https://www.culture.gouv.fr/Thematiques/Monuments-Sites/Interventions-demarches/Travaux-sur-un-objet-un-immeuble-un-espace/Intervenir-dans-un-jardin-classé-ou-inscrit-au-titre-des-monuments-historiques> (consulté le 15 mars 2024).



« Vada » au jardin des Tuileries, Paris, 2022.

La sauvegarde des buis

Omniprésent dans les jardins historiques et patrimoniaux, le buis, par ses caractéristiques et sa symbolique, est un végétal emblématique du patrimoine historique européen depuis des milliers d'années. Jusqu'à récemment, son entretien ne posait aucune difficulté, mais les maladies du dépérissement (origine inconnue) puis la pyrale du buis (asiatique) ont mis à mal ce végétal. Très rustique, plastique, peu exigeant en entretien et économe en eau, le buis représente pourtant un atout de poids pour les jardins dans le contexte du changement climatique. Pour permettre de continuer de profiter de tous les bienfaits offerts par cette plante, la recherche française et européenne s'est mobilisée pour tenter de trouver des solutions pour maintenir les buis dans nos jardins.



© Maxime Guérin – Plante & Cité

Les parterres de Vaux-le-Vicomte ravagés par la pyrale du buis. La présence de buis spontanés en sous-bois a conduit à un développement exponentiel des populations condamnant les parterres à l'arrachage, juillet 2017.

Une lutte permanente contre les maladies

Depuis le milieu des années 2000, la situation s'est dégradée pour nos buis européens, qu'ils soient spontanés en milieu naturel ou plantés dans des espaces aménagés. En France, dès 2006, la cylindrocladiose du buis (*Calonectria pseudonaviculata*), associée à d'autres parasites de faiblesse induisant des dépérissements, a d'abord engendré des difficultés. Puis en 2008, la pyrale du buis (*Cydalima perspectalis*)

arrive et supplante en quelques années l'impact des maladies du dépérissement : du fait de sa voracité et de sa fécondité, ses populations sont capables en quelques mois de détruire un jardin.

Pour aider les gestionnaires, les équipes de recherche européennes ont alors développé des travaux pour étudier ces espèces et tenter de trouver des solutions de gestion : en Belgique et au Royaume-Uni surtout pour les maladies du dépérissement, en Suisse, en

MAXIME GUÉRIN

Chargée de mission Protection biologique intégrée et gestion de la flore spontanée, Plante & Cité

Au Petit Trianon de Versailles, différentes alternatives aux buis préalablement cultivées dans la pépinière du Château de Versailles ont été testées en bordure de massifs, mai 2019.



© Maxime Guérin – Plante & Cité

1. Programme national pour mettre au point et évaluer les solutions de biocontrôle contre la pyrale et les maladies du dépérissement du buis.
2. Le biocontrôle est un ensemble de méthodes de protection des végétaux basé sur l'utilisation de mécanismes naturels. Seules ou associées à d'autres moyens de protection des plantes, ces techniques sont fondées sur les mécanismes et les interactions qui régissent les relations entre espèces dans le milieu naturel.
3. Des bâtonnets de plastique suspendus dans les arbres à intervalles réguliers diffusent la phéromone que dégage la femelle papillon, semant ainsi la confusion chez les mâles qui ne trouvent pas de partenaire.
4. <https://www.rhs.org.uk> (consulté le 15 mars 2024).

Allemagne puis en France (SaveBuxus¹) sur la base de travaux asiatiques pour la pyrale.

Pour les maladies du dépérissement, les résultats ne furent malheureusement pas à la hauteur des attentes. Que ce soit en matière de fongicides de synthèse, de biocontrôle² ou d'adaptation des itinéraires techniques d'entretien, aucune des pistes explorées n'a apporté de résultats satisfaisants pour permettre le maintien des buis existants. La prévention reste alors la meilleure parade en tentant par les pratiques de culture de limiter au maximum les stress subis par ces arbustes, en évacuant les résidus végétaux contaminés et en désinfectant les outils de taille. Pour les nouveaux aménagements, la sensibilité aux maladies varie d'un cultivar à l'autre et des pépiniéristes belges en lien avec la recherche ont d'ailleurs développé plusieurs cultivars réputés résistants.

Des pistes plus prometteuses

S'agissant de la pyrale, la recherche de solutions s'est avérée plus fructueuse. De nombreuses pistes ont été explorées et permettent aujourd'hui de disposer d'un panel de solutions complémentaires permettant de cibler les différents stades de développement : les trichogrammes (micro-guêpes parasitoïdes) sur les œufs, les chrysopes (insectes prédateurs) et le *Bacillus thuringiensis* (bactérie entomopathogène) sur les chenilles, le piégeage phéromonal et la confusion sexuelle sur les papillons³. En association, elles permettent de maintenir les buis verts toute l'année, mais ne vont pas jusqu'à l'éradication. Il sera donc nécessaire d'intervenir tous les ans. Ceci exige des moyens humains et financiers relativement importants que tous les gestionnaires ne peuvent malheureusement pas se permettre. La nature est cependant de notre côté puisqu'après plusieurs années de présence, on constate que les oiseaux (mésange charbonnière en particulier) et les chauves-souris peuvent contribuer à la régulation des populations en se nourrissant des chenilles et des papillons, et ceci d'autant plus sur les sites à caractère naturel. Favoriser leur action par l'installation de nichoirs ou d'abris et en adaptant les aménagements à leur besoin peut alors constituer un

atout de plus pour agir contre la pyrale, à condition bien sûr de s'être au préalable assuré que le site soit effectivement adapté à l'accueil de ces espèces.

Et la substitution d'essences ?

Face au découragement ou par manque de moyens, certains gestionnaires ont tenté de substituer des buis par d'autres essences, telles que des variétés de houx japonais ou de fusains. Sur certains jardins, la totalité des buis a été remplacée par des alternatives, conduisant à des échecs cuisants car celles-ci n'étaient en réalité pas adaptées aux conditions pédoclimatiques.

Ne remplace pas le bui qui veut et les tests conduits par la Royal Horticulture Society (RHS)⁴ au Whisley Garden ou par le consortium SaveBuxus confirment qu'il n'existe pas de remplaçant parfait et qu'il n'y a surtout pas de réponse unique. Les alternatives envisageables présentent toutes des limites : feuillage qui jaunit si les conditions de sol ne conviennent pas, sensibilité à des ravageurs et à des maladies affectant l'esthétique du feuillage, pousses erratiques nécessitant plus d'entretien que le bui, exigence en eau et en fertilisant supérieure... Il est important de les connaître avant d'envisager des plantations à large échelle et plus prudent de procéder par test par petites zones afin de s'assurer de la compatibilité avec le lieu de plantation et les besoins en entretien.

Conclusion

Après des ravages sans précédents sur les buis, et plus largement sur les plantes cultivées, dans les années 2010-2020, la situation tend à se stabiliser pour les buis. Les conditions climatiques de plus en plus sèches et chaudes en période estivale sont à la fois défavorables aux champignons et à la pyrale, et les équilibres biologiques qui continuent de se créer entre ses bioagresseurs et les espèces indigènes ont permis ces dernières années une régression des foyers. Si en milieu naturel, les gestionnaires peuvent désormais se permettre des interventions au besoin, la lutte, même si parfois moins intense, est encore une réalité en parcs et jardins et le restera dans les années à venir pour conserver des buis offrant toute leur potentialité. ■

Un outil de détection précoce des infestations au service du patrimoine pour pallier le recours aux traitements systématiques et énergivores

La détection précoce des infestations est primordiale afin d'éviter des dégradations importantes des œuvres et des structures patrimoniales tout en permettant également d'éviter de se retrouver face à une situation d'infestation généralisée. Cette détection est d'autant plus difficile à appréhender dans le cas d'objets, de mobiliers et de structures en bois car le repérage n'intervient que trop tardivement après l'émergence et la sortie des insectes adultes, les larves ayant déjà fait leur office de dégradation.

Par précaution, de nombreux établissements font le choix de traiter de façon systématique les objets à l'arrivée ou au retour des œuvres en prêt, sans moyen, si ce n'est l'habitude, de contrôler l'efficacité du traitement après plusieurs semaines (de l'ordre de 6 semaines, h24 pour l'anoxie).

La recherche coordonnée en 2012¹ par Sandie Le Conte au Laboratoire de recherche et de restauration du Musée de la Musique à Paris, en collaboration avec le pôle bois du Laboratoire de recherche des monuments historiques (LRMH) et financée par la Fondation des sciences du patrimoine FSP², a permis de mettre au point un système de détection acoustique (Analyse des traces acoustiques de xylophages – ATAX) dans le but de détecter les larves xylophages dans le bois des instruments de musique³.

Principe de fonctionnement du système

Aujourd'hui, la technique acoustique ATAX permet de détecter la présence d'insectes xylophages en s'appuyant sur le principe de l'émission acoustique. Il s'agit d'un système passif dans la mesure où il n'est pas nécessaire d'apporter de l'énergie au système (à part son alimentation électrique). La fibre de bois qui casse sous l'effet de l'infestation de larves émet une onde acoustique qui est perçue par les capteurs ultrasonores placés sur l'objet à diagnostiquer.

Ainsi, le système ATAX est composé d'un capteur acoustique fonctionnant dans le domaine des ultrasons (150 kHz – 1 MHz), de deux amplificateurs, d'une alimentation à courant continu et d'une carte

d'acquisition Picoscope[®]. À ce système matériel s'ajoute un logiciel développé dans le cadre de la recherche qui repose sur une méthode statistique d'analyse en composantes principales (ACP), appliquée à des descripteurs du signal dans le domaine temporel et fréquentiel et sur une classification à partir de familles d'apprentissages (comparaison statistique des signaux acquis sur l'œuvre avec des signaux préalablement enregistrés d'insectes, d'ondes électroniques et parasites liées à l'environnement).

Le résultat du traitement statique indique alors à l'utilisateur la présence ou l'absence d'insectes de façon certaine ou, dans certains cas, annonce un doute.

La fibre de bois qui casse sous l'effet de l'infestation de larve émet une onde acoustique qui est perçue par les capteurs ultrasonores placés sur l'objet à diagnostiquer.

FABIEN FOHRER

Entomologiste, microbiologiste, Centre interdisciplinaire de conservation et de restauration du patrimoine (CICRP), Marseille

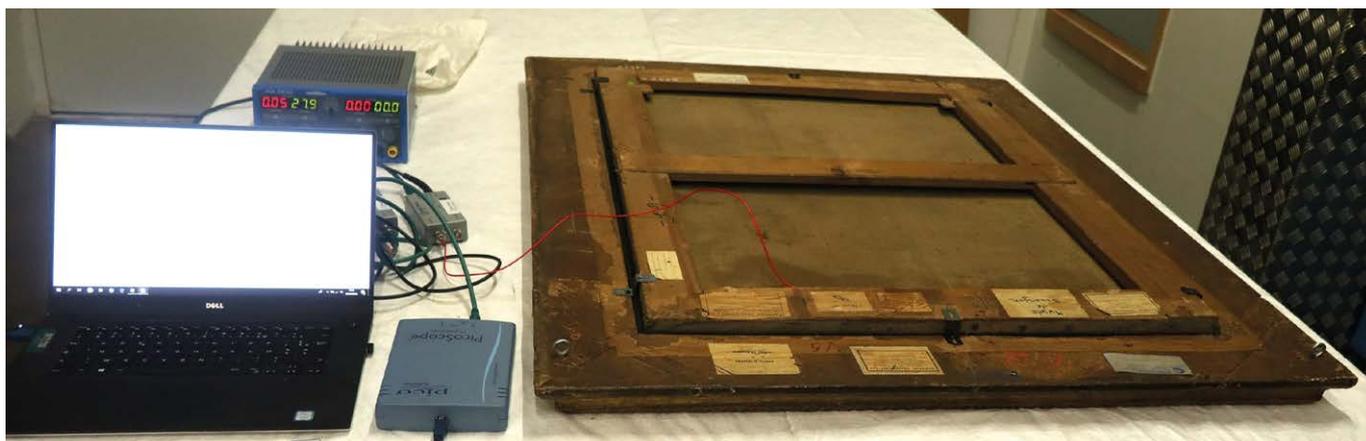
SANDIE LE CONTE

Ingénieure de recherche, responsable du laboratoire de recherche de l'Institut national du patrimoine (INP), Paris

1. Sandie Le Conte, Stéphane Vaiedelich, Jean-Hugh Thomas, Vaimu'a Muliava, Dominique de Reyer *et al.*, « Acoustic emission to detect xylophagous insects in wooden musical instrument », *Journal of Cultural Heritage*, vol. 16, n° 3, 2015, p. 338-343.

2. Ce travail a bénéficié d'une aide de l'État, gérée par l'Agence nationale de la recherche au titre du programme d'investissements d'avenir (PIA) intégré à France 2030, portant la référence : ANR-17-EURE-0021, École universitaire de recherche Paris-Seine, Humanités, Création, Patrimoine – Fondation des sciences du patrimoine.

3. Brevet « Procédé pour détecter l'activité d'insectes xylophages dans une structure comprenant des fibres cellulose et système de détection », FR1261654 – 5 décembre 2012.



Système ATAX complet dont le capteur est placé au revers d'un châssis d'une peinture de chevalet.

Développement du système ATAX

Le CICRP ainsi que d'autres laboratoires (Musée du Louvre et Musée du Quai Branly – Jacques Chirac) se sont équipés depuis plusieurs années de ce dispositif afin de le tester lors de diagnostics d'édifices et de collections.

Nécessitant *a minima* 48 heures d'écoute, le système est suffisamment robuste pour décider s'il faut traiter ou non l'objet, ce qui permet d'éviter de lancer un traitement curatif énergivore et immobilisant l'œuvre au moins 6 semaines.

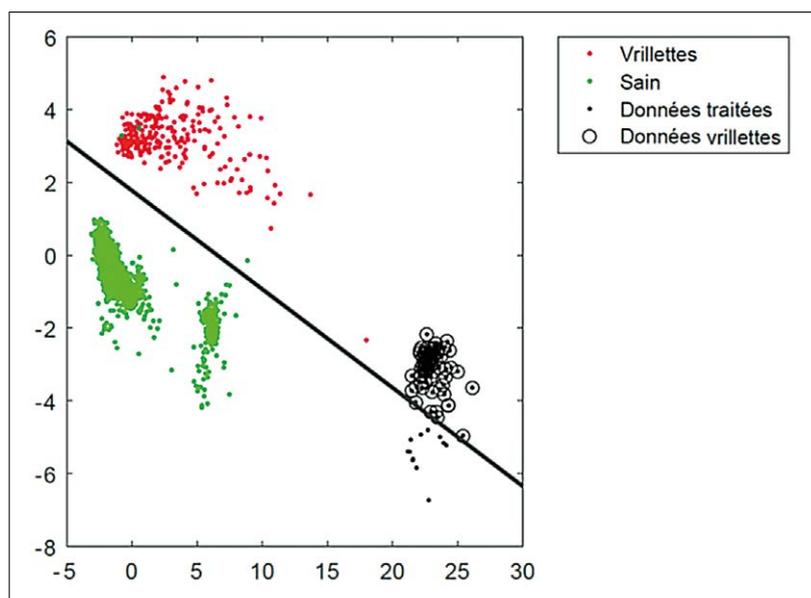
Le système a été utilisé en urgence, lors du déménagement des grands formats de la cathédrale Notre-Dame, juste après l'incendie, ce qui a permis d'éviter la mise en place d'une poche gigantesque.

Conclusion

Le système, déjà tout à fait opérationnel, présente quelques perspectives d'amélioration qui seront réalisées dans le cadre d'un nouveau projet de recherche (collaboration entre le CICRP, l'INP, le Musée du Quai Branly-Jacques Chirac et le Laboratoire des systèmes et applications des technologies de l'information et de l'énergie (SATIE – UMR CNRS 8029), avec un financement de la Fondation des Sciences du patrimoine en 2024). L'idée est d'agrandir le nombre de familles d'apprentissage afin d'être plus fin.

En particulier, dans le contexte actuel d'assouplissement des normes climatiques dans les musées, il sera intéressant de suivre également, avec le même outil, le taux de micro-fractures générées dans le bois à cause des variations hygrothermiques. ■

Résultat de l'analyse avec le système ATAX.



Le système a été utilisé en urgence, lors du déménagement des grands formats de la cathédrale Notre-Dame, juste après l'incendie, ce qui a permis d'éviter la mise en place d'une poche gigantesque.

Architecture & écologies. La part enseignée

La résidence RESEDA confirme l'engagement du ministère de la Culture pour un enseignement de la transition écologique dans les Écoles nationales supérieures d'architecture et du paysage (ENSAP). Voulu par la ministre de la Culture Rima Abdul-Malak, elle « vise à mettre à l'honneur des Projets de fin d'études (PFE) en architecture et en paysage issus des 20 Écoles nationales supérieures d'architecture et de paysage avec un projet lauréat par école, lequel aura su porter une démarche intellectuelle et conceptuelle innovante, intégrant les enjeux écologiques¹ ».

« Brusquement ce qui est tout bonnement donné, ce qui est pris comme allant de soi, ce à quoi on ne réfléchit jamais dans le but d'une action: qu'il y ait des hommes, qu'il y ait la vie, qu'il y ait un monde fait pour cela, se trouve placé sous l'éclairage orageux de la menace de l'agir humain. »

Hans Jonas (1984)²

« La crise climatique et écologique doit être notre priorité absolue, notre principal sujet de conversation et la question qui détermine notre façon d'envisager toutes les autres crises qui nous hantent. »

Iben Maria Zeuthen (2023)³

Il y a 60 ans...

Les prolégomènes de cet enseignement se trouvent peu ou prou dans les années 1960-1970. Mon propos n'est pas exhaustif. C'est plutôt un témoignage⁴.

Si le bioclimatisme, approche première à tout projet environnemental, débute à Princeton avec l'architecte Victor Olgyay dès les années 1950-1960; il parvient dans les écoles françaises dans le contexte des chocs pétroliers de 1973 et de 1979. Notamment, à l'ENSA de Marseille ou de Toulouse, dans les ateliers pédagogiques, puis avec la création du Laboratoire d'Architecture bioclimatique (LAB) en 1982.

Dès 1979, à l'ENSA de Grenoble, est formé CRATerre, centre international de la construction en terre, sous la houlette des architectes Patrice Doat et Hubert Guillaut, et de l'ingénieur Hugo Houben⁵. Durant cette période, le Comité de la recherche et du développement en architecture (CORDA) s'oriente vers « une réflexion d'ordre écologique, posant la question globale de l'intégration de l'architecture dans son milieu⁶ ».

Non liées aux laboratoires, sans engagement des institutions, des pédagogies de l'architecture écologique percent dans les écoles. Elles concernent l'architecture ou l'énergie. Elles sont portées par des architectes: Roland Schweitzer forme à l'architecture en bois au Grand Palais dans les années 1970, ensuite Jean-Claude Bignon, à Nancy, ou Alain Cartignies à Strasbourg; Françoise-Hélène Jourda initie à l'architecture écologique à Lyon puis à Saint-Étienne, Yves Perret à Clermont-Ferrand et à Saint-Étienne comme Jean-Louis Coutarel, etc. Pour le bioclimatisme, on peut nommer Pierre Fernandez à Toulouse ou Jean-Louis Izard à Marseille.

Les pédagogies sont aussi le fait d'ingénieurs: Robert Célaire à Montpellier, Jeanne Marie et Georges Alexandroff à La Villette, Jean-Louis Izard à Marseille ou Jean-Pierre Péneau à Nantes.

Une approche globale

En outre, il y a un avant et un après 1987. La Commission mondiale sur l'environnement et le développement publie à cette date *Our common future*, dit « Rapport Brundtland ». Elle propose un programme global de changements et rend public un développement durable « qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures de répondre aux leurs ».

En 1988, est créée l'École de La Réunion, antenne de l'ENSA de Montpellier. Tous les enseignements y sont portés par le bioclimatisme. Dans le monde des bâtisseurs, les procédures d'écoconstruction apparaissent: 1993, c'est en Suisse, *Minergie*; 1995, en Grande-Bretagne, *Building Research Establishment Environmental Assessment* (BREEAM); 1996, en France, la Haute Qualité environnementale (HQE), et en Allemagne le label de la maison passive *PassivHaus*; 1999, aux États-Unis et au Canada, *Leadership in Energy and Environmental Design* (LEED).

PHILIPPE MADEC

Architecte urbaniste, écrivain, membre du Conseil national des enseignants-chercheurs des écoles d'architecture (CNECEA), co-auteur du *Manifeste pour une frugalité heureuse et créative*, agence (apm) & associés: <https://frugalite.org/manifeste/> (consulté le 25 mars 2024)

- <https://www.culture.gouv.fr/Demarches-en-ligne/Par-type-de-demarche/Appels-a-projets-candidatures/Residence-Reseda-projets-de-fin-d-etudes-en-architecture-et-en-paysage-en-faveur-de-la-transition-ecologique> (consulté le 25 mars 2024).
- Hans Jonas, *Le principe responsabilité*, Flammarion, 1998, (publié en Allemagne en 1984, sous le titre *Das Prinzip Verantwortung. Versuch einer Ethik für die technologische Zivilisation*), p. 265.
- La journaliste danoise Iben Maria Zeuthen citée par Carsten Jensen: « On ne peut plus exister sur cette terre. À moins de changer radicalement de mode de vie », *lemonde.fr*, 27 août 2023: https://www.lemonde.fr/idees/article/2023/08/27/carsten-jensen-ecrivain-ou-est-le-winston-churchill-de-la-crise-climatique_6186699_3232.html (consulté le 25 mars 2024).
- Pour une vision détaillée, se reporter à Dominique Gauzin-Müller, *Enseigner l'architecture à l'ère du développement durable / Nachhaltige Architektur: Lowtech oder Hightech?*, Collection *Materialien* n° 10, Internationales Zentrum für Kultur- und Technikforschung (IZKT), Universität Stuttgart, 2012.
- Voir dans ce numéro l'article de David Gandreau et Thierry Joffroy, « La rétro-ingénierie des cultures constructives locales pour répondre aux grands enjeux globaux actuels: l'expérience de CRATerre », p. 102.
- Alain Châtelet, « Ambiances et écologie, la filiation historique dans la recherche architecturale française », dans Luc Adolphe (dir.), *Ambiances architecturales et urbaines*, Parenthèses, coll. « Cahiers de la Recherche architecturale », 1998, p. 117-126.



ENSA La Réunion, 2016, *Workshop*
Master « Architecture, ville et territoire
en milieu tropical ».

© Fatima Nailia

7. Léa Mosconi, « L'écologie dans les écoles à l'heure de la création du GIEC et du sommet de Rio », dans Anne Debarre et Guillemette Morel Journal (dir.), *Transmissions*, École nationale supérieure d'architecture Paris-Malaquais, 2020, p. 63-72 : <https://www.cairn.info/1989-hors-champ-de-l-architecture-officielle-9782954996158-page-63.htm> (consulté le 25 mars 2024).

8. Kenneth Frampton, « Towards a Critical Regionalism: Sixpoints for an architecture of resistance », dans Hal Foster (ed.), *The Anti-Aesthetic. Essays on postmodern culture*, Bay Press, 1983, p. 16-30.

9. Avec une bande d'ineffables collègues : Gilles Desèvedavy, François Ortis, Christophe Trabet, François Torrecilla, Marc Dauber, Véronique Giorgiutti, puis Marine Dupré-Morain.

Dès 1995-1996, l'architecture durable se transmet aux praticiens, par Pierre Lefèvre et Michel Sabbard, dans une formation permanente autour de la prise en compte des cibles de la HQE en architecture. D'autres écoles suivront...

Léa Mosconi, à propos des événements liés au discours de l'écologie en architecture, constate que mieux que dans les grands lieux de la diffusion de la culture architecturale (le Pavillon de l'Arsenal, la Société française des architectes ou les Conseils d'architecture, d'urbanisme et de l'environnement – CAUE), « c'est principalement dans les écoles que l'on aborde la question environnementale; elles portent, au cours de la période 1989-1995, près d'un tiers des événements autour de l'écologie⁷ ».

Pour ma part, j'accompagne Michel Corajoud à l'École nationale supérieure du paysage (ENSP) de Versailles à partir de 1985. Invité à Grenoble en 1995, j'aborde l'environnement par un enseignement de l'éthique. Titularisé en 1996 à Darnetal en Normandie, j'enseigne le « régionalisme critique », cette théorie qui ouvre le passage du modernisme au développement durable (Kenneth Frampton⁸, auprès de qui j'étais en 1983, avait croisé Olgay à Princeton). Puis de 2000 à 2010, je crée à Vaulx-en-Velin à l'ENSA de Lyon le Département « Développement durable et équitable », que les étudiants appellent « Chez Dédé »⁹.



ENSA Lyon, 2000-2010, Département
Architecture Développement durable et
équitable « Chez Dédé ».

© Philippe Madec

Le tournant des années 2000

Les années 2000 rassemblent des enseignements épars.

En 2006, Dominique Gauzin-Müller et Jean-Claude Bignon lancent l'Appel de Nancy pour « enseigner l'architecture et l'urbanisme à l'ère du développement durable »¹⁰. Il reçut 300 signatures. Après Nancy, des rencontres se tiennent à Lyon en 2007, à Grenoble en 2008, puis à Versailles en 2009. Ce premier réseau informel s'essoufflera après 2009.

Créé en 2007, le *Solar Decathlon Europe* mobilise les écoles, Grenoble en tête. Dans les années 2010, les *Solar Decathlon*, compétition internationale entre écoles pour réaliser à échelle 1 une maison performante, appellent les étudiantes et étudiants des ENSA de Bordeaux, Paris-Malaquais, Marne-La-Vallée, Nantes, Lille, etc.

Celle de Bretagne, portée par la *Team Solar Bretagne*, est sur le podium du *Solar Decathlon China* 2016.

Les apprentissages à l'écoresponsabilité augmentent tant qu'en 2015 se reforme le réseau « portant sur l'enseignement de la transition écologique dans les ENSA ». Le ministère de la Culture s'engage et soutient ce qui devient le réseau ENSAECO (2016)¹¹. L'Appel de Lyon est lancé le 6 juillet 2017, il recueille alors plus de mille signatures.

Conclusion

Depuis vingt ans, une évolution des pratiques s'opère. Les collectifs d'architectes s'attachent aux matérialités bio-sourcées, géo-sourcées et de réemploi¹², aux pratiques collaboratives, avec un goût pour les territoires pas seulement urbains, pour le *Low Tech*, la justesse et pour la frugalité.

Ces évolutions sont portées par les nouveaux enseignants, qui en sont aussi les acteurs professionnels. Et elles répondent aux attentes des étudiants. En témoignent les mots des candidates et candidats à la résidence RESEDA, comme Louise Priam de Montpellier :

« J'ai envie de croire que nous avons encore la possibilité de changer les choses [...] J'ai envie de croire que l'architecture existe encore, et que celle de demain sera raisonnée, réfléchie, respectueuse et frugale. La période actuelle n'aide pas à croire en l'avenir, j'appartiens à la génération née dans la montée du désastre écologique, et qui va aussi en subir les conséquences. [...] J'ai envie de donner du sens aux espaces et aux lieux, en y associant une conception durable et une conscience écologique qui pourront apporter des réponses aux transitions sociétales que nous sommes en train de construire. » ■

« La période actuelle n'aide pas à croire en l'avenir, j'appartiens à la génération née dans la montée du désastre écologique, et qui va aussi en subir les conséquences. »

10. http://ensaeco.archi.fr/wp-content/uploads/2017/08/1.appel_nancy_15.05.pdf (consulté le 25 mars 2024).

11. Voir dans ce numéro l'article de Dimitri Toubanos et Philippe Villien, « Les origines et la création du réseau ENSAECO », p. 140.

12. Voir dans ce numéro les articles suivants : Adélie Colletta, Florie Dejeant et Laetitia Fontaine, « RESSOURCES, une plateforme pédagogique pour enseigner la construction et la réhabilitation en matériaux bio-géo-sourcés », p. 149 ; Philippe Bromblet et Lise Leroux, « L'approvisionnement en pierre de taille des chantiers monuments historiques dans le contexte carrier actuel », p. 106 ; Noura Arab et François Fleury (dir.), *Ressources pour l'architecture écologique*, t. I, *Matériaux de construction*, Presses des Mines, 2023.



ENSA Bretagne, 2018, les étudiants de Bretagne lauréats avec ceux de Xiamen du *Solar Decathlon China* devant la maison construite par eux.

Dix ans de PoCa, formation en architecture post-carbone

En septembre 2013, l'ENSA Paris-Est (Eav&t) ouvrait PoCa, une nouvelle formation postgrade en architecture post-carbone. Cette dénomination inaccoutumée renvoyait au marqueur dominant des impasses environnementales qui bouleversent les conditions aux limites de l'architecture : augmentation de la concentration de gaz à effet de serre, dérèglement climatique¹, pics des ressources fossiles et minérales², sixième extinction de masse³.

JEAN-FRANÇOIS BLASSEL

Architecte-ingénieur, professeur, responsable du Diplôme propre aux écoles d'architecture (DPEA) en architecture post-carbone, École nationale supérieure d'architecture, de la ville et des territoires Paris-Est (ENSA Paris-Est)

1. Hoesung et José Romero, *Summary for Policymakers, Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 2023, p. 1-34.
2. *Building Materials and the Climate: Constructing a New Future*, United Nations Environment Programme, & Yale Center for Ecosystems + Architecture, 2023.
3. Robert H. Cowie, Philippe Bouchet et Benoît Fontaine, « The Sixth Mass Extinction: Fact, fiction or speculation? », *Biological Reviews*, vol. 97, n° 2, 2022, p. 640-663.

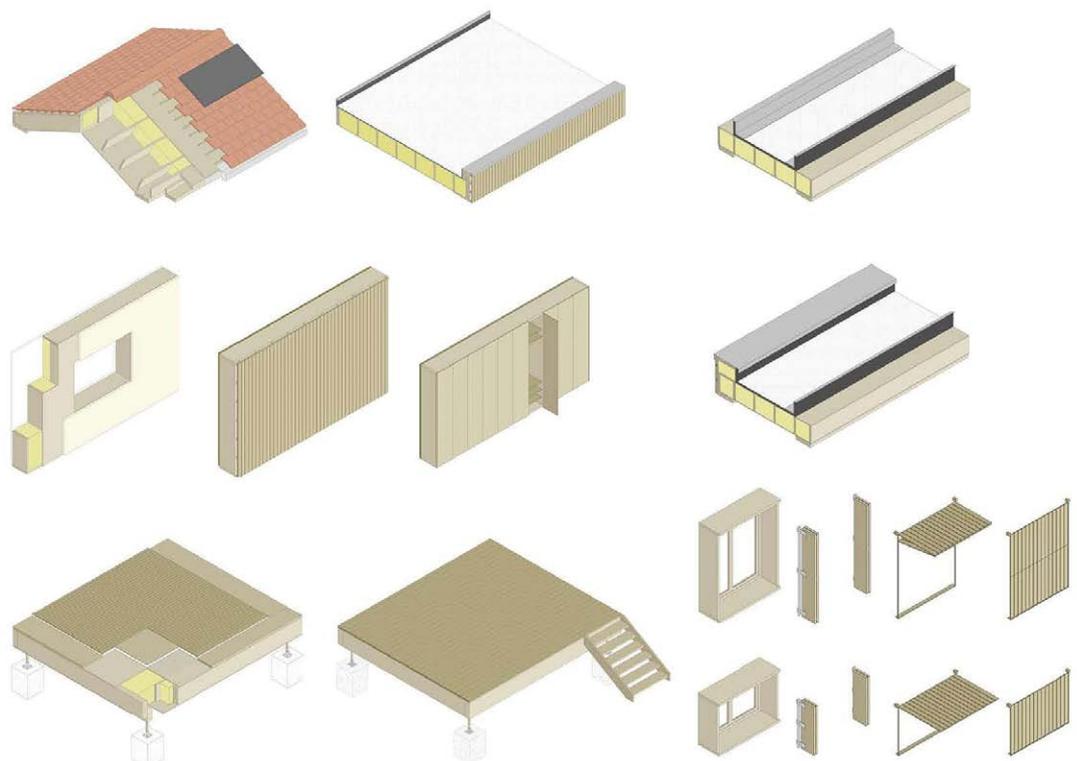
Ce kit, à base de caissons bois-paille semi-standardisés destinés à la rénovation énergétique de maisons individuelles, a été proposé dans le cadre de l'étude 2022 « Maison post-carbone, décarboner l'habitat pavillonnaire en France » qui aborde également les problématiques de densité, de mobilité et du potentiel de mutualisation énergétique inhérents aux tissus pavillonnaires. Commanditaire : Laboratoire CRIGEN-Engie. Équipe : Gabriel Couturier, Quentin Eygreteau, Camille Ouvrard : <https://paris-est.archi.fr/en/publications/cahier-du-dpea/maison-post-carbone> (consulté le 25 mars 2024).

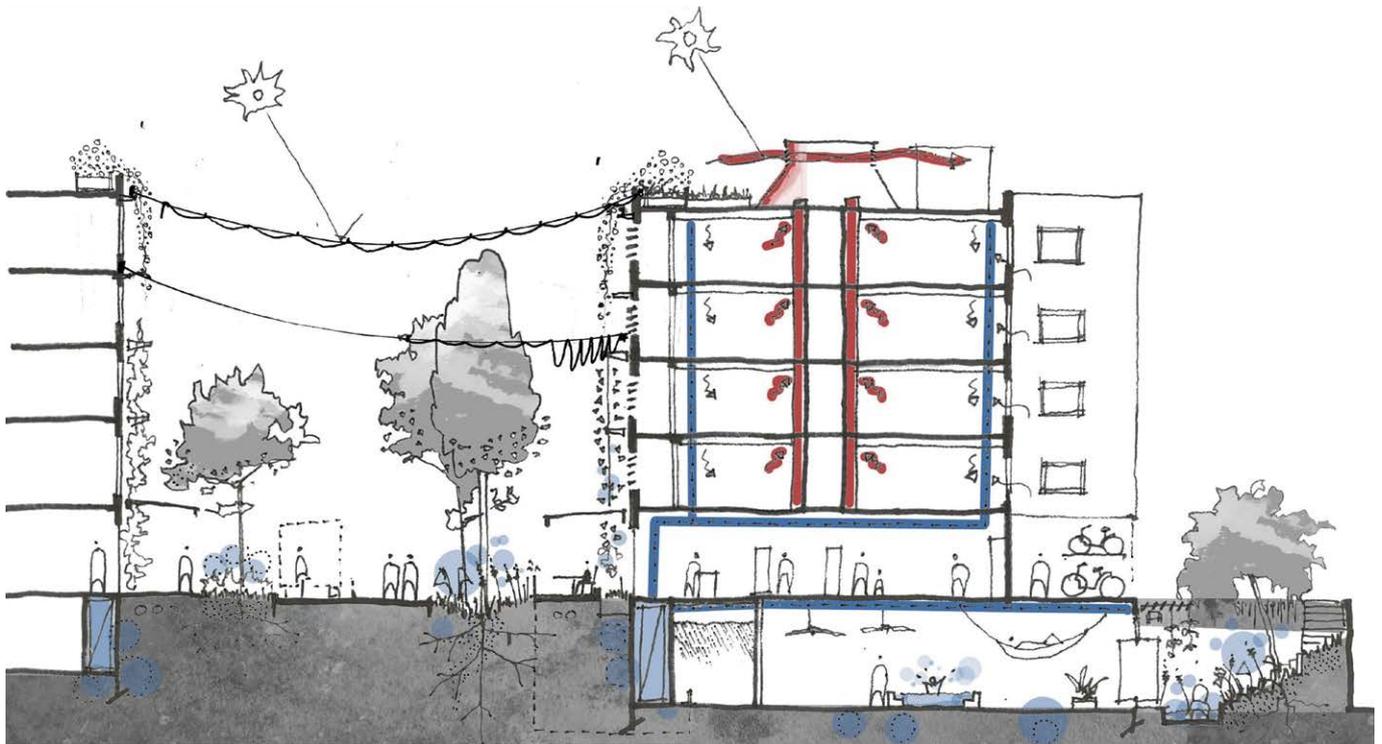
Origines

Ces bouleversements imposent une double prise de conscience concernant l'architecture. D'une part, avec 40 % des émissions de gaz à effet de serre et 60 % de la consommation de matière, la construction des bâtiments, de la ville et l'aménagement des territoires sont une cause majeure de ces bouleversements. D'autre part, l'architecture peut être un levier pour les freiner, puis les inverser, mais aussi pour pallier les effets.

Faire émerger les nouveaux imaginaires architecturaux correspondant à ce véritable changement de paradigme exige des formes originales d'agilité intellectuelle, nourries par de multiples connaissances extradisciplinaires, aujourd'hui absentes des cursus en architecture.

Définir et transmettre ces connaissances est donc à la fois une responsabilité majeure et une opportunité exceptionnelle pour les écoles. Pourtant, les ENSA,





Désimperméabilisation des sols, végétalisation des rues, protections solaires saisonnières, ventilation naturelle, transformation des parkings résidentiels souterrains devenus obsolètes sont quelques-uns des dispositifs de réparation énergétique et bioclimatique d'une rue et des logements, caractéristiques du futur écoquartier à Châtenay-Malabry, objet de l'étude 2020 « Coup de chaud à La Vallée : symptôme d'une conception urbaine inachevée. Étude sur les îlots de chaleur d'un écoquartier à Châtenay-Malabry ». Commanditaire : Eiffage Aménagement. Équipe : Amélie Fuseau, Théo Mondot, Pilar Gonzales Burgos : <https://paris-est.archi.fr/en/publications/cahier-du-dpea/etude-sur-les-ilots-de-chaud-dun-ecoquartier-a-chatenay-malabry> (consulté le 25 mars 2024).

dont l'Eav&t, sont alors apparues déséparées, dés-engagées, peu disposées à remettre en question leurs théories et leurs pratiques⁴, et à refonder une pédagogie à la hauteur de cet enjeu.

PoCa est ainsi né pour fournir à des architectes diplômés et dotés d'une conscience écologique aigüe les aptitudes techniques et les attitudes culturelles adaptées au nouveau paradigme environnemental.

Pédagogie de l'architecture face aux dérèglements environnementaux

Le socle des enseignements théoriques, affiné au fil des années, emprunte aux domaines de l'architecture, de l'urbanisme et de l'aménagement territorial des sciences, des techniques et de la culture de la construction, et à l'histoire de ces disciplines. Ces points de vue convergent en quatre grandes thématiques : énergie et carbone ; climats, bioclimatisme et confort ; vivant ; matière, construction et réalisation. Elles sont abordées dans une optique non seulement rétrospective, associant un apprentissage technique précis à une mise en perspective des sujets dans la longue durée (revisitant l'histoire de la discipline et exerçant son droit d'inventaire sur l'architecture de l'âge thermo-industriel), mais aussi dans une prospective à moyen et long terme.

Ces enseignements théoriques sont étroitement liés à la pratique d'études pré-opérationnelles effectuées pour des commanditaires issus du monde de la recherche, du bâtiment et de l'aménagement. Depuis 2013, plus de quarante études ont été réalisées⁵, parfois en collaboration avec d'autres formations universitaires⁶. Ces commandes contribuent au budget de fonctionnement de PoCa mais, surtout, confrontent les élèves à la complexité du réel dans une forme de recherche où le projet architectural a moins pour finalité d'aboutir à un objet achevé et saisissant que

d'explorer des formes et des usages prospectifs, en phase avec les nouvelles conditions de l'Anthropocène.

Ces études, relevant de questions d'architecture et d'aménagements urbains ou territoriaux, d'une grande diversité programmatique et scalaire, partagent la particularité méthodologique de croiser une production de données sous forme d'analyses quantitatives, par exemple des consommations énergétiques de l'objet d'étude ou des émissions carbone d'un territoire (à la fois dans l'existant et dans les formes projectuelles envisagées), avec une réflexion (et sa concrétisation projectuelle) sur l'usage et l'évolution des pratiques qu'engendrent des futurs alternatifs, post-carbone et désirables.

Les outils classiques du projet architectural, mobilisés dans le cadre de ces études, traitant peu de quantifications, sont associés à des métriques extra-disciplinaires, à une culture rigoureuse de l'ordre de grandeur, ainsi qu'à l'application aux hypothèses projectuelles de représentations, principalement issues du monde scientifique, inusitées en architecture.

Ces dernières permettent de visualiser, d'analyser et de manipuler les flux invisibles liés aux métabolismes du site d'étude, puis d'en décrypter les logiques systémiques pour mettre en forme des scénarios architecturaux, urbains et territoriaux, également frugaux et résilients.

Au-delà de ces modes de représentation, PoCa développe une pensée technique propre qui s'inspire, d'une part, de l'important travail porté par le mouvement *Low Tech*, quantitatif et centré sur l'épuisement des ressources matérielles non renouvelables et les impacts des activités humaines sur les milieux ; d'autre part, de l'abondante réflexion qualitative, philosophique et politique, concernant les impacts de la technique sur les organisations humaines. La convergence de ces deux modes permet d'imaginer

4. Le 4 octobre 2019, une tribune du journal *Le Monde*, signée par Alexandre Monnin et ses collègues du MSc, « *Strategy & Design for the Anthropocene* », sous-titré « La communication "verte" des grandes écoles masque mal le maintien de l'enseignement de l'architecture dans le cadre du "business as usual", alors même que les managers de demain devront être les ouvriers de la transition ». Cette affirmation, transposée à l'enseignement de l'architecture, deviendrait « la communication verte des écoles d'architecture masque mal le maintien de l'enseignement de l'architecture dans le cadre du "business as usual", alors même que les architectes de demain devront être les ouvriers de la transition ». Elle paraît parfaitement adaptée à une situation qui perdure.

5. L'intégralité de ces études peut être consultée à l'adresse suivante : <https://www.paris-est.archi.fr/publications/cahier-du-dpea> (consulté le 1^{er} mars 2024).

6. École nationale des ponts et chaussées, École supérieure d'ingénieurs en électrotechnique et électronique (ESIEE) Paris, École nationale supérieure du paysage à Versailles et, à l'Eav&t, master « Matière à penser » et formation d'architecte-urbaniste.

7. Lors de la création de la formation de PoCa en 2012, le thème de l'architecture post-carbone a été jugé ne pas relever du diplôme de spécialisation en architecture.

PoCa est donc devenu un Diplôme particulier à l'école d'architecture (DPEA), certes moins (re)connu, mais laissant une grande liberté de choix quant aux contenus et aux modalités pédagogiques.

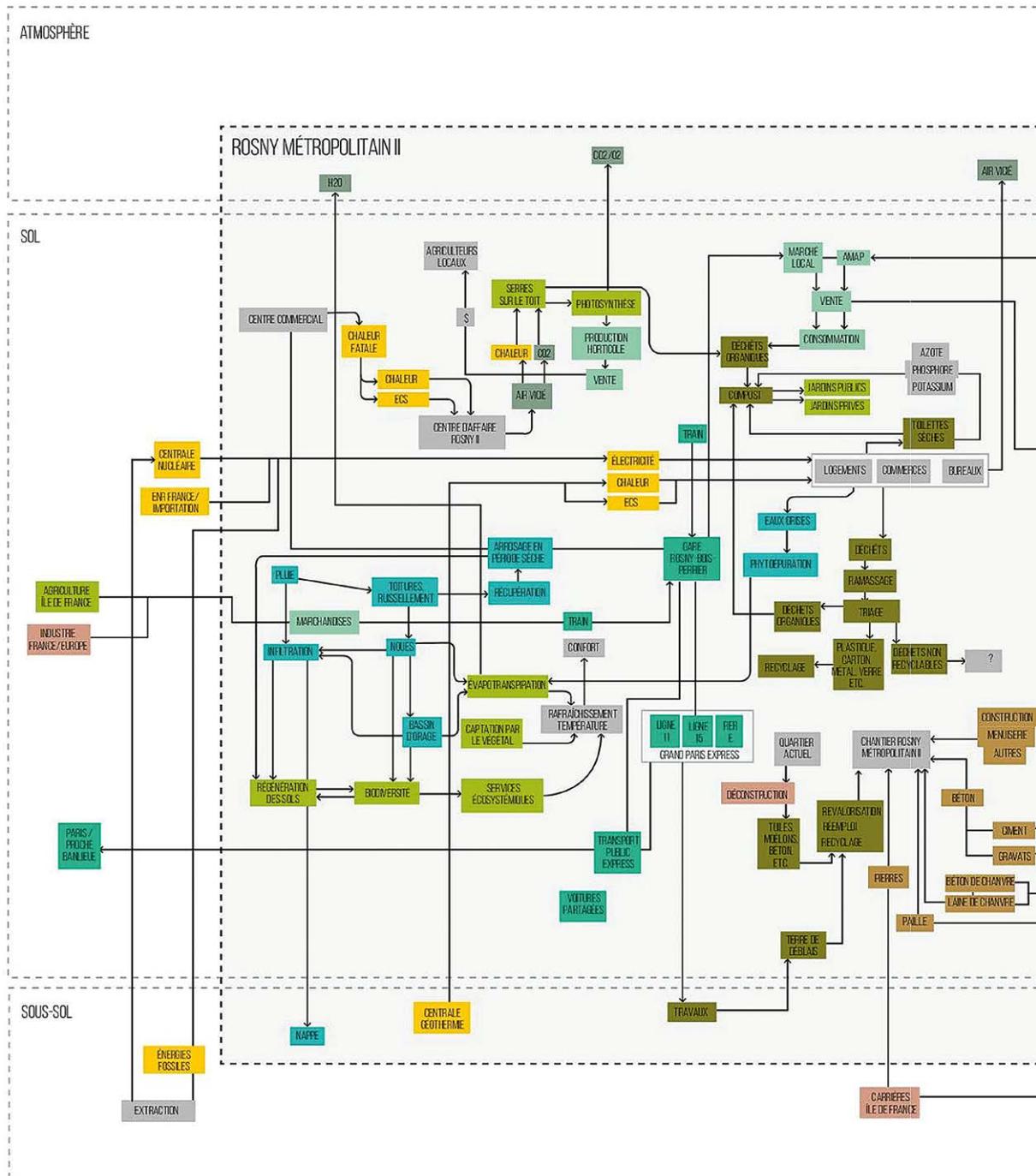
8. Le modèle pourrait être celui de l'École nationale supérieure des arts et techniques du théâtre (ENSATT) où l'on enseigne dix parcours professionnels de l'art du théâtre sous le même toit et où « chacun de ces métiers est enseigné séparément, pour ce qu'il est, mais aussi en lien avec les autres » : <https://www.ensatt.fr/ecole/> (consulté le 1^{er} mars 2024).

les moyens et les méthodes pour (re)construire des villes et des territoires non seulement décarbonés et respectueux du vivant, mais aussi démocratiques et conviviaux.

Perspectives

Au cours des dix ans écoulés, la souplesse inhérente à la formule⁷ PoCa a permis à la pédagogie d'évoluer. Poursuivre cet élan suggérerait un spectre thématique plus riche et un public élargi, notamment en tentant de rapprocher plusieurs écoles aux intérêts environnementaux convergents, mutualisant ainsi des moyens toujours trop limités.

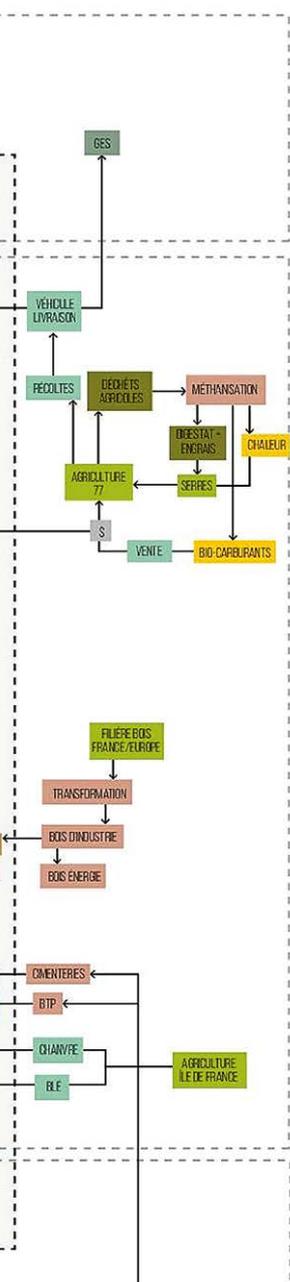
L'aménagement du cadre de vie dépend d'une multitude de professions : architectes, bien sûr, mais aussi paysagistes, urbanistes, ingénieurs, designers, formés dans des écoles distantes, voire jalousement indépendantes les unes des autres (les écoles ainsi associées pourraient être diverses). Une année post-diplôme, regroupant des élèves issus de ces formations isolées autour de recherches prospectives et pré-opérationnelles, favoriserait l'émergence d'une culture partagée de la conception architecturale et technique sous contrainte environnementale et l'apparition des nouveaux rôles hybrides indispensables à la découverte de réponses pertinentes à l'impasse écologique actuelle⁸.



La réflexion systémique qui sous-tend l'étude 2020 « Rosny écopolitain, décarboner le système urbain » passe par l'inventaire des multiples cycles : énergétiques, climatiques, hydrauliques, biologiques, matériaux et anthropiques qui interagissent avec le projet urbain et le connectent à une échelle territoriale qui dépasse celle du territoire du projet. Commanditaire : Établissement public territorial Grand Paris-Grand Est. Équipe : Iris Algrain, Antonin Delaire, Gilda Martinez : <https://paris-est.archi.fr/en/publications/cahier-du-dpea/rosny-ecopolitain-decarboner-le-systeme-urbain> (consulté le 25 mars 2024).

Des parcours pédagogiques personnalisés permettraient alors aux élèves d'approfondir les connaissances et les compétences propres à leur discipline d'origine et de s'ouvrir à des connaissances et à des compétences dans les domaines qui complètent le leur, et ce suivant trois grandes directions : une mise en perspective de chacune de ces disciplines à l'aune de la redirection écologique, trop souvent abordée sous l'angle de symptômes isolés, voire anecdotiques ; l'approfondissement des cultures théoriques propres à ces redirections ; et enfin l'acquisition des compétences opérationnelles nécessaires aux bifurcations qui s'imposent à nous dès aujourd'hui et, plus encore, demain. ■

L'aménagement du cadre de vie dépend d'une multitude de professions : architectes, bien sûr, mais aussi paysagistes, urbanistes, ingénieurs, designers, formés dans des écoles distantes, voire jalousement indépendantes les unes des autres.



Le système Rosny Écopolitain

Il était important pour nous de tenter de représenter la complexité du système urbain, de manière infographique et en allant chercher plus loin les connexions faites à l'échelle territoriale.

Dans la réflexion d'un système global prenant en compte les nombreux cycles interconnectés sur le territoire du projet, cette infographie est une tentative d'illustration synthétique. Puisque le système n'admet pas les limites physiques imposées dans la conception du projet, il est important d'en montrer les liens faits à l'extérieur du quartier, dans les limites d'une démarche locale. La surface grisée correspond donc à la surface d'étude, et les différents cycles sont thématiques par couleur afin d'avoir une appréhension globale du système.

Légende :

ÉNERGIE	DECHETS	MATERIAUX	EMISSIIONS	VIVANT
MOBILITE	HYDROGRAPHE	PRODUIT DE CONSOMMATION	INDUSTRIE	

Le scénario pour la transformation de centres commerciaux existants en nœuds locaux décarbonés de circuits matériels et alimentaires courts pour leur stockage, tri, recyclage, valorisation, production et distribution se concrétise, dans le cadre de l'étude 2014, « Centre commercial 2030 », en imaginaires alternatifs et désirables. Commanditaire : GDZ Suez-CRIGEN. Équipe : Alice Barrois, Florian Bichet, Emma Carvalho de Olivera, Alix Piquemal, Giovanna Togo : <https://paris-est.archi.fr/en/publications/cahier-du-dpea/centre-commercial-2030> (consulté le 25 mars 2024).

Les origines et la création du réseau ENSAECO

Le réseau scientifique et pédagogique ENSAECO¹ a pour objectif d'initier et de poursuivre une réflexion autour de l'enseignement de la thématique de la transition écologique dans les écoles d'architecture et de paysage, tout en fédérant les enseignants intéressés par cette thématique. Cet article présente la naissance et l'évolution du réseau, soutenu par le ministère de la Culture, ainsi que les actions majeures mises en place depuis sa création.

DIMITRI TOUBANOS

Maître de conférences, animateur du réseau ENSAECO, École nationale supérieure d'architecture (ENSA) Paris Val-de-Seine et réseau ENSAECO,

PHILIPPE VILLIEN

Pilote du réseau ENSAECO, architecte DPLG urbaniste et paysagiste, docteur en architecture et enseignant à l'École nationale supérieure d'architecture (ENSA) Paris-Belleville, chercheur UMR CNRS 3329 « Architecture Urbanisme Société : savoir enseignement recherche » (AUSser), École nationale supérieure d'architecture (ENSA) Paris-Belleville et réseau ENSAECO

Le commencement

Le réseau ENSAECO tire ses origines d'une série de rencontres ayant eu lieu entre 2006 et 2009.

À l'initiative d'enseignants et enseignantes engagés, une première rencontre pédagogique portant sur la thématique de l'enseignement de l'architecture et de l'urbanisme à l'ère du développement durable est organisée en 2006, à Nancy. D'autres autour de cette même thématique lui succèdent, à Lyon en 2007, à Grenoble en 2008 et à Versailles en 2009. Étant étroitement liées à l'engagement et à la motivation de ces membres, sans soutien officiel, les activités de ce premier réseau informel s'essouffent après 2009².

En 2015, l'idée de former un véritable réseau institutionnel prend corps, avec la tenue du premier séminaire pédagogique inter-écoles portant sur l'enseignement de la transition écologique dans les Écoles nationales supérieures d'architecture et de paysage, ENSAP, organisé à l'ENSA Paris-Belleville, dans le cadre des actions labellisées lancées par le ministère de la Culture pour la Conférence Paris Climat (COP21).

Ce séminaire³ présente 16 contributions d'enseignants et enseignantes des ENSAP, ainsi que des interventions du Centre d'études et de recherches

sur les qualifications (CÉREQ), du Conseil national de l'ordre des architectes (CNOA) et du ministère de la Culture. Dès lors, l'engagement et le soutien du ministère de la Culture en faveur de l'enseignement de la transition écologique dans les ENSA permettent, l'année d'après, la création d'un premier réseau scientifique et pédagogique. Fondé en novembre 2016, il sera baptisé « ENSAECO » et constitue l'un des axes de politiques publiques majeures portées par le ministère de la Culture, notamment en lien avec la Stratégie nationale pour l'Architecture (SNA) de 2015⁴.

Quelles actions depuis 2015 ?

Rencontres du réseau ENSAECO

Des rencontres internationales réunissent annuellement entre 150 et 350 participants. Elles ont vocation à tisser des liens de solidarité et à révéler des convergences d'actions entre les enseignants, les étudiants, les praticiens et les usagers des territoires.

Le réseau a déjà organisé six rencontres (en 2017 à Lyon⁵, en 2018 à Nancy⁶, en 2019 à Montpellier⁷, en 2021 à Paris-Malaquais⁸, en 2022 à Toulouse⁹ et en 2023 à Lille¹⁰) qui ont permis :

- de fédérer les membres de la communauté d'enseignants et enseignantes à l'échelle nationale, engagés dans l'enseignement de la transition écologique ;
- de faire connaître les activités pédagogiques plurielles liées à l'écologie dans les Écoles nationales supérieures d'architecture et de paysage (ENSAP) ;
- de lancer l'Appel de Lyon « pour l'enseignement de la transition écologique dans les écoles d'architecture et de paysage avec des pratiques pédagogiques collaboratives et bienveillantes » (2017)¹¹ ;
- de mettre en débat un ensemble de « mesures basculantes pour l'enseignement et la recherche sur la transition écologique » dans les ENSAP (2018)¹² ;
- de débattre sur une thématique particulière : « les changements climatiques » (2019) ;

1. <http://ensaeco.archi.fr/> (consulté le 12 mars 2024).

2. Voir dans ce numéro l'article de Philippe Madec, « Architecture & écologies. La part enseignée », p. 133.

3. http://www.th1-agence.fr/images/Activites/docs/SEMECO_Livrable_Etat_de_lArt.pdf (consulté le 12 mars 2024).

4. <https://www.culture.gouv.fr/Espace-documentation/Rapports/Strategie-nationale-pour-l-architecture> (consulté le 12 mars 2024).

5. <http://ensaeco.archi.fr/manifestations/actes-lyon-2017/> (consulté le 12 mars 2024).

6. http://ensaeco.archi.fr/manifestations/rencontres-reseau-ensaeco-a-nancy_-23-24-novembre-2018/ (consulté le 12 mars 2024).

7. http://ensaeco.archi.fr/manifestations/troisiemes-rencontres-reseau-ensaeco-a-montpellier_-14-16-novembre-2019/ (consulté le 12 mars 2024).

8. http://ensaeco.archi.fr/manifestations/quatriemes-rencontres-reseau-ensaeco-a-lensa-paris-malaquais_-25-27-novembre-2021/ (consulté le 12 mars 2024).

9. http://ensaeco.archi.fr/actualites/programme-definitif-inscriptions-rencontres-ensaeco-2022-toulouse_17-19-novembre-2022/ (consulté le 12 mars 2024).

10. http://ensaeco.archi.fr/manifestations/sixiemes-rencontres-reseau-ensaeco-a-lensap-lille_-22-25-novembre-2023/ (consulté le 12 mars 2024).

11. <http://ensaeco.archi.fr/appe-de-lyon/> (consulté le 12 mars 2024).

12. <http://ensaeco.archi.fr/manifestations/2018-nancy-mesures-basculantes/> (consulté le 12 mars 2024).



© Dimitri Toubanos - ENSAECO

Table ronde pendant les rencontres de Nancy en 2018.

- de lancer *Le Livre vert* du réseau ENSAECO¹³, qui reprend les grandes actions du réseau depuis sa création, tout en traduisant l'Appel de Lyon et les « mesures basculantes » (2018) en des actions concrètes présentes dans les écoles ;
- de donner la parole aux étudiants, tout en posant la question de la formation et de la montée en compétences des enseignants (2021) ;
- de mettre en avant des modalités d'actions pour permettre de propulser la question écologique dans les écoles, en passant des intentions aux actions (2022) ;
- et, enfin, de s'intéresser à une thématique spécifique, celle du paysage, dans le contexte de la double formation « Architecture et Paysage » dispensée à Lille et à Bordeaux.

Groupes de travail thématiques

Depuis sa création, le réseau ENSAECO met en place régulièrement des groupes de travail sur des sujets variés, avec pour objectif de faire collaborer les enseignants et les enseignantes, les étudiants et les étudiantes et les personnels administratifs des services pédagogiques des écoles sur la thématique de la transition écologique.

À titre d'exemple, le réseau a mis en place un groupe de travail pluriannuel visant la réalisation d'une cartographie des enseignements de la transition écologique dans les ENSAP¹⁴. Un autre a œuvré à la mise en place d'un référentiel de compétences sur la transition écologique dans l'enseignement¹⁵. D'autres groupes de travail ont accompagné la création de formations continues ou encore la rédaction de questionnaires destinés à donner la parole aux étudiants et aux étudiantes.

13. <http://ensaeco.archi.fr/manifestations/livre-vert-reseau-ensaeco/> (consulté le 12 mars 2024).

14. <http://ensaeco.archi.fr/manifestations/cartographie-lenseignement-de-transition-ecologique-ensap/> (consulté le 12 mars 2024).

15. <http://ensaeco.archi.fr/manifestations/matrice-de-competences-enseignement-de-transition-ecologique-ensap/> (consulté le 12 mars 2024).



© Dimitri Toubanos - ENSAECO

Rencontres de Montpellier en 2019.

Chacun de ces groupes a présenté les résultats de ses travaux lors de différentes rencontres du réseau, que ce soit à Paris-Malaquais (2021), à Toulouse (2022) ou à Lille (2023), afin qu'ils soient débattus, questionnés et poursuivis d'une année à l'autre.

Des actions de recherche et des expertises

Enfin, le réseau ENSAECO met en place des actions de recherche, ainsi que des expertises, sous différents formats. Quelques exemples :

- la publication des actes du séminaire de 2015 à l'ENSA Paris-Belleville, accompagnée d'un inventaire sur l'enseignement de la transition écologique dans les ENSAP et d'une liste de préconisations à destination du ministère de la Culture¹⁶ ;
- le lancement de l'Appel de Lyon, qui mettait en avant des engagements de la communauté des écoles en faveur de l'écologie ;
- 20 mesures basculantes¹⁷, en faveur de l'enseignement de la transition écologique dans les ENSAP, qui ont été transmises au ministère de la Culture ;
- la publication du *Livre vert* qui recense des exemples de bonnes pratiques dans les différentes écoles, tout en donnant la parole à des spécialistes de la relation entre enseignement et transition écologique ;
- la publication de la version anglaise¹⁸ puis française¹⁹ des actes des rencontres du réseau ENSAECO à Montpellier ;
- la réalisation d'un inventaire des enseignements de la transition écologique dans les 6 ENSA d'Île-de-France, à la suite d'une convention passée avec la Direction régionale et interdépartementale de l'environnement, de l'aménagement et des transports (DRIEAT) Île-de-France. L'aboutissement de ce travail a été la publication d'un ouvrage²⁰, qui

a été présenté pendant les rencontres du réseau à l'ENSA Paris-Malaquais en 2019 ;

- la participation à l'Appel à manifestation d'intérêt « Compétences et métiers d'avenir » (AMI CMA) en 2022-2023, en fédérant l'ensemble des ENSAP et sous le pilotage de l'ENSA Paris-la-Villette. Ce projet a fait l'objet d'une recherche financée, portant sur un diagnostic de l'enseignement de la transition écologique à l'échelle nationale. Cette étude est désormais disponible sous forme de synthèse sur le site du gouvernement²¹, et devrait être publiée prochainement ;
- la participation à différents groupes de travail initiés par le ministère de la Culture : groupe de travail sur l'actualisation des fiches du Répertoire national des certifications professionnelles (RNCP), Commissions « Transition écologique » du Conseil national de l'enseignement supérieur et de la recherche artistiques et culturels (CNESERAC) et de la Direction générale des patrimoines et de l'architecture (DPGA) ;
- la participation à différents groupes de travail initiés par des partenaires : *Think Tank « The Shift Project²² »*, « Campus de la Transition²³ », Association nationale des écoles supérieures d'art (ANdÉA), Union nationale des étudiants en architecture et paysage (UNEAP).

Conclusion

Créée dans le sillage de la COP 21, l'association ENSAECO fédère l'ensemble des forces vives des écoles d'architecture et de paysage qui agissent en faveur de la transition écologique. Le réseau se propose de diffuser et de mettre en synergie, sur un mode participatif, de nouvelles attitudes, des méthodes inventives et des solutions inédites pour fabriquer notre cadre de vie. ■

16. http://www.th1-agence.fr/images/Activites/docs/SEMECO_Livable_Etat_de_lArt.pdf (consulté le 12 mars 2024).
17. http://ensaeco.archi.fr/manifestations/2018-nancy_mesures-basculantes/ (consulté le 12 mars 2024).
18. <https://www.iste.co.uk/book.php?id=1818> (consulté le 12 mars 2024).
19. <https://www.istegroup.com/fr/produit/changement-climatique-2/> (consulté le 12 mars 2024).
20. <http://ensaeco.archi.fr/manifestations/inventaire-enseignement-de-transition-ecologique-ensa-dile-de-france/> (consulté le 12 mars 2024).
21. <https://www.gouvernement.fr/upload/media/content/0001/08/3bc0a24ffb9d871dd73685bc8c01fd58f715f43.pdf> (consulté le 12 mars 2024).
22. <https://theshiftproject.org/> (consulté le 12 mars 2024).
23. <https://campus-transition.org/> (consulté le 12 mars 2024).



Le Livre vert, 2019.



Livre violet, 2023. Couverture de l'ouvrage de Dimitri Toubanos et Philippe Villien (dir.), *Actions. Urgent ! Propulser la transition écologique : des intentions aux actions*, Réseau ENSAECO, 2023.



Ambiances nocturnes durables, l'évolution des pratiques et cultures de l'éclairage artificiel au service de l'environnement et de la santé

« Qui êtes-vous la nuit ? » C'est avec cette question que pourraient démarrer les études d'aménagement nocturne du territoire. Par son biais, nous irions chercher les déterminants individuels d'un système « nuit-individu », construit sur un échantillon unique de représentations culturelles personnelles, essentiellement solipsistes.

Les recherches autour de la préservation de la nuit rencontrent un engouement croissant depuis les années 1970

Initiées dans les années 1970 par des astronomes amateurs inquiets de la disparition progressive et durable de leur espace d'observation, les considérations liées à la préservation du ciel et de l'environnement nocturnes animent une sphère internationale, tout orientée vers la réduction de la pollution lumineuse. Combien d'études, d'analyses, de guides sont, depuis les années 2000, parus pour analyser et documenter l'impact de l'éclairage artificiel sur la biodiversité et le ciel nocturne ? À noter que sur ce sujet, la France est pionnière : elle dispose d'un arrêté ministériel relatif à la réduction des nuisances lumineuses¹, paru en 2018, et d'un guide d'élaboration des « trames noires² », rédigé par l'Office français de la biodiversité en 2021. Ces deux documents déterminent dorénavant les lignes directrices de la quasi-totalité des projets de gestion et de rénovation de l'éclairage public en France, présentant un patrimoine estimé à environ dix millions de points lumineux. Par ces textes, les critères techniques de l'éclairage, à savoir les cônes d'émission, les angles de fixation, les températures de couleur, les niveaux d'éclairement ou les plus complexes « densité surface de flux lumineux installés » et « Code flux CIE

n° 3 » modèlent les ambiances extérieures nocturnes, à la recherche d'un équilibre entre la préservation de la biodiversité et le maintien d'un éclairage artificiel à destination des activités humaines.

En 1990, Jean-Michel Deleuil et Jean-Yves Toussaint écrivent « De la sécurité à la publicité, l'art d'éclairer la ville³ » et expriment le positionnement latent de l'individu dans l'espace public nocturne, d'abord surveillé puis invité à consommer. Pourrions-nous aujourd'hui en imaginer l'actualisation du titre : « De la publicité à la biodiversité, l'art d'éclairer la ville » ? Où l'individu serait désormais invité à préserver la biodiversité, par la révision, imposée, de ses codes culturels s'agissant des ambiances nocturnes.

Dans cette mise à jour, une zone critique subsiste : la place de l'individu dans l'espace public nocturne. Où est-il, que fait-il, à quel moment et au travers de quelles ambiances ?

1. Arrêté du 27 décembre 2018 relatif à la prévention, à la réduction et à la limitation des nuisances lumineuses : <https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000037864346/> (consulté le 29 février 2024).

2. Romain Sordello, Fabien Paquier et Aurélien Daloz, *Trame noire. Méthodes d'élaboration et outils pour sa mise en œuvre*, Office français de la biodiversité, 2021 : <https://professionnels.ofb.fr/fr/doc-comprendre-agir/trame-noire-methodes-delaboration-outils-mise-en-oeuvre> (consulté le 29 février 2024).

3. Jean-Michel Deleuil et Jean-Yves Toussaint, « De la sécurité à la publicité, l'art d'éclairer la ville », *Les Annales de la recherche urbaine*, n° 47, 2000, p. 52-58 : https://www.persee.fr/doc/ar_u_0180-930x_2000_num_87_1_2335 (consulté le 29 février 2024).

Parc naturel régional de l'Aubrac, un projecteur privé diffuse son flux lumineux dans l'environnement nocturne, action de sensibilisation des acteurs privés des Parcs naturels régionaux et nationaux du Massif central, 2021.

© L'Observatoire de la nuit

NICOLAS HOUEL

Docteur en urbanisme, consultant en stratégies d'éclairage à l'Observatoire de la nuit, chercheur associé UMR CNRS « Ambiances, Architectures, Urbanités », Centre de recherche nantais Architectures Urbanités (CRENAU), École nationale supérieure d'architecture (ENSA) de Nantes

4. « Trame noire », *Ressources de géographie pour les enseignants* : <http://geoconfluences.ens-lyon.fr/glossaire/trame-noire#:text=La%20trame%20noire%20est%20un, nocturne%20de%20la%20pollution%20lumineuse> (consulté le 6 juin 2024).

5. La « trame verte et bleue (TVB) » vise à préserver et à restaurer un réseau de continuités écologiques pour que les espèces animales et végétales puissent circuler, s'alimenter, se reproduire, se reposer, assurant ainsi leur cycle de vie. Depuis 2007, cette démarche inscrit la préservation de la biodiversité dans les décisions d'aménagement du territoire, contribuant à améliorer notre cadre de vie et l'attractivité résidentielle et touristique : <https://www.ecologie.gouv.fr/trame-verte-et-bleue> (consulté le 25 mars 2024).

6. Sigrí Sandberg, *Éloge de l'obscurité*, Noir sur Blanc, 2021.

7. Karolina M. Zielinska-Dabkowska, « Make lighting healthier », *Nature*, n° 553, 2018, p. 274-276 : <https://www.nature.com/articles/d41586-018-00568-7> (consulté le 29 février 2024).

8. Dossier « Light Pollution », *Science*, vol. 380, n° 6650, 2023 : <https://www.science.org/toc/science/380/6650> (consulté le 29 février 2024).

Atelier Obscurités à La Haye-Fouassière (44), 2022. Les habitants sont invités à explorer l'espace public nocturne sans éclairage public et à partager leurs ressentis.

La « trame noire » : pour un éclairage public respectueux de l'environnement

Le sujet de la « trame noire » semble parfois le placer en destinataire secondaire des considérations d'éclairage.

Ce « réseau formé de corridors écologiques caractérisé par une certaine obscurité », dont « l'objectif [...] est de protéger la biodiversité nocturne de la pollution lumineuse⁴ », est avancé pour intégrer dans les politiques publiques nocturnes les données environnementales d'un territoire. Il s'agit là de réduire les phénomènes de pression anthropique lumineuse pour y préserver les espèces faunistiques et floristiques.

Inspirée des zonages des « trames verte et bleue⁵ », la « trame noire » dessine une nouvelle approche de la gestion différenciée de l'éclairage public et place la biodiversité au centre des réflexions, encourageant l'abaissement et l'extinction de l'éclairage ou sa rénovation par des sources lumineuses orientées vers le bas et à l'émission d'un flux lumineux de faible température de couleur, donnant une ambiance rouge orangé aux espaces rénovés. Car pour préserver la biodiversité et le ciel nocturne, les termes réglementaires imposent un positionnement vertical vers le bas et une limitation de la température de couleur à 3 000 Kelvin, une température équilibrée entre les besoins de confort visuel des individus et le souhait de produire des nuisances modérées sur la faune et la flore. Les volumes éclairés se limitent désormais aux surfaces horizontales des chaussées, trottoirs, pistes et places, qui parfois s'éteignent, laissant les représentations culturelles se réactiver dans un inconscient collectif associé à l'insécurité. L'éclairage public entre à cet endroit dans une nouvelle ère, celle de la préservation environnementale, et rouvre les portes d'un récit sociétal dont les termes contemporains sont,

Les volumes éclairés se limitent désormais aux surfaces horizontales des chaussées, trottoirs, pistes et places, qui parfois s'éteignent, laissant les représentations culturelles se réactiver dans un inconscient collectif associé à l'insécurité.

pour la journaliste Sigrí Sanberg, « une dichotomie culturelle » : « Le mot obscurité me fait tressaillir. Je l'associe au chagrin, à la maladie, à la nuit, à la couleur noire – et à ma peur⁶. »

Une sobriété lumineuse au bénéfice de la santé

La transformation de l'éclairage artificiel trouve par endroits les premières pistes d'une remobilisation de l'individu en sa qualité de bénéficiaire exclusif du dispositif. Par ses engagements environnementaux, ce dernier découvre les considérations liées aux impacts sur sa propre santé. Comme nous le rappelle la chercheuse Karolina Zielinska-Dabkowska dans la revue *Nature*⁷, l'être humain est régi, au même titre que le reste du vivant, par le cycle circadien et ses différentes formes d'éclairage naturel. Il subit lui aussi les effets délétères de la pollution lumineuse, que la revue *Science*⁸ nous indique dans le détail : hypertension, obésité, diabète de type 2 ou encore dépression. Le sujet sanitaire devient l'opportunité d'ouvrir le thème du rapport culturel à la nuit, à l'éclairage et à l'obscurité, que nous identifions comme l'un des sauts paradigmatiques majeurs. Les actuelles motivations en faveur de la réduction des nuisances lumineuses sont dès lors à considérer comme une étape et un outil vers des ambiances nocturnes durables, où la préservation environnementale et sanitaire est précédée d'une compréhension des cultures et des pratiques de la nuit. Le système « nuit-individu », dont les échelles et les rythmes géographiques restent dans leur grande majorité à déterminer, interroge objectivement les normes, réglementations et trames géographiques pour leur part à distance des spécificités territoriales individuelles et collectives nocturnes.

Un éclairage adapté aux usages et aux ressentis

Les codes culturels, temporels et d'usages qui régissent un territoire et une société nocturnes représentent un réseau de connaissances à acquérir, par



© Jean-Baptiste Guerresquin - studio Ad Lucem - L'Observatoire de la nuit



Atelier Obscurités à La Roche-sur-Yon (85), 2023. Les habitants sont invités à explorer l'espace public nocturne et à apporter leur témoignage sur le niveau de correspondance entre l'éclairage, les usages et les rythmes des lieux.

Témoignage d'une participante lors d'un atelier de sensibilisation dans le Parc naturel régional des volcans d'Auvergne, 2023. Ce témoignage s'intègre dans une démarche élargie de récolte des expériences et des avis individuels autour de la nuit menée par L'Observatoire de la nuit et intitulée *Noctines*.

© L'Observatoire de la nuit

des méthodologies dont certaines explorent et expérimentent des formats contextualisés, à l'image de la chaire scientifique « Noz Breizh⁹ », du projet LUNNE (la Lumière la nuit nuit à l'environnement)¹⁰ ou des activités de la société de conseil L'Observatoire de la nuit¹¹, dont les actions et les recherches s'appliquent aux considérations sociologiques des villes nocturnes.

Les recherches historiques présentent nos manières d'éclairer comme le résultat d'une volonté de positionner la nuit comme « dernière frontière de la ville¹² » et dont les racines ataviques prennent forme à la domestication du feu il y a 400 000 ans. Depuis, l'homme procède à l'amélioration continue de son dispositif d'éclairage, alimentant en parallèle la mystification de la lumière et de l'obscurité, dont les déterminants culturels sont largement détaillés par Schivelbusch¹³, Ekirch¹⁴ ou encore Pastoureau¹⁵. Au travers de leurs recherches, nous retrouvons un aperçu des manières dont les individus et les sociétés appréhendent l'arrivée de la nuit, et plus tardivement de l'éclairage public. Nous y apprenons que la tombée de la nuit est au Moyen Âge parfois nommée *blindman's holiday*, interlude de vacances quotidien obtenu par l'aveuglement momentané dû à l'absence d'éclairage naturel et empêchant la poursuite du travail la nuit, tandis qu'ailleurs des parents envoient leurs enfants faire des excursions dans la nuit, afin qu'ils trouvent leurs repères et gagnent en confiance dans l'obscurité. Ces pratiques déterminent autant de représentations culturelles élaborées d'après des expériences vécues de la nuit et de l'obscurité, et structurent un système « nuit-individu » rattaché à un récit personnel.

Quels sont les déterminants contemporains de notre système « nuit-individu » actuel, quel est son ratio d'expériences vécues, réelles et personnelles, et d'autres entendues, virtuelles et collectives? Ce système est de notre point de vue un objet d'étude à la fois complexe et essentiel à analyser pour espérer concevoir et consolider des ambiances nocturnes durables, dont l'assemblage des priorités rendrait transverse énergies, environnements, sociétés et individualités.

Confondre le jour et la nuit
par l'éclairage artificiel
pollue la vie au quotidien.
Préservez la nuit comme
un temps de récupération et de
rêves, en laissant la liberté
à notre horloge biologique.

Conclusion

Loin de seulement collecter les représentations culturelles contemporaines, régulièrement associées à des critères de genre, d'âge, de groupes sociaux et de fragments de territoire, la détermination du système « nuit-individu » appelle à comprendre les manières dont les représentations de la nuit se sont culturellement – et individuellement – construites. Du *moi intérieur* accessible par le sommeil segmenté d'Ekirch au rôle de la nuit dans la construction individuelle pour le philosophe Leyenberger¹⁶, les ressources nocturnes à préserver, si elles intègrent bien la santé physiologique des êtres vivants, appellent à considérer leurs pendents psychiques et culturels comme les éléments d'une résilience nocturne individuelle et sociétale à faire émerger, donnant à la nuit et à ses ambiances naturelles et artificielles un caractère et un récit équilibrés, dans lesquels tout un chacun pourra espérer être en mesure de s'autodéterminer. ■

9. <https://www.univ-brest.fr/chaire-noz-breizh/fr> (consulté le 6 mars 2024).

10. <https://aau.archi.fr/contrat-de-recherche/lunne-la-lumiere-la-nuit-nuit-a-l'environnement/> (consulté le 6 mars 2024).

11. <https://www.lobservatoiredeulanuit.fr/> (consulté le 6 mars 2024).

12. Luc Gwiazdzinski, *La nuit, dernière frontière de la ville*, Éditions de l'Aube, 2005 : https://shs.hal.science/halshs-00642968/file/La_nuit_derniere_frontiere_de_la_vi.pdf (consulté le 6 mars 2024).

13. Wolfgang Schivelbusch, *La nuit désenchantée*, Le Promeneur, 1993.

14. Roger Ekirch, *At Day's Close. A History of Nighttime*, Orion, 2005.

15. Michel Pastoureau, *Noir. Histoire d'une couleur*, Seuil, 2008.

16. Georges Leyenberger, « Pensée, parole et nuit(s) », *Le Portique*, n° 9, 2002 : <http://journals.openedition.org/leportique/173> (consulté le 6 mars 2024).

La boussole de la transition écologique.

Pour le renouvellement des pratiques de recherche en architecture face au dérèglement climatique

L'invitation à présenter dans les pages de la revue *Culture et Recherche* un propos personnel sur le nécessaire renouvellement des sujets, objets, méthodes et corpus de la recherche en architecture, ville et paysage tombe à pic. Elle arrive lors d'une conjoncture on ne peut plus inquiétante, comme le révèle l'illustration-choc de la « Montre de l'apocalypse¹ », que le *Bulletin of Atomic Scientists*² a réglé à quatre-vingt-dix secondes avant minuit. Elle arrive aussi au moment où les environmentalistes européens et français restent abasourdis devant le contrecoup envoyé par les agriculteurs et les industriels, le monde du tourisme, les agents de la construction, les ménages, pour ne pas oublier les gouvernements.

PANOS MANTZIARAS

Architecte-ingénieur, docteur en urbanisme, directeur de la Fondation Braillard architectes (FBA), Genève, ancien chef du Bureau de la recherche architecturale, urbaine et paysagère au ministère de la Culture

Pour quels renouvellements de la recherche ?

En somme, l'euphorie intellectuelle/spirituelle et le désir de transition écologique qui nous ont animé(e)s durant et après la crise pandémique semblent balayés par un mouvement de balancier violent, au sens propre et figuré.

Qui se souvient maintenant des critiques des jeunes étudiants et étudiantes dans les grandes écoles, des tribunes et autres comités qui poussaient les décideurs à changer de dispositifs de décision et de méthodes d'action ? James Lovelock et Bruno Latour ne sont plus là pour dire les choses comme elles sont et, d'ailleurs, qu'en est-il de Greta Thunberg et des vendredis pour le climat ?

Alors quel serait le sens d'un renouvellement des pratiques de la recherche dans un contexte qui semble remettre les métiers de la transformation de l'espace à leur prétendue place, les reléguer donc au rôle d'accompagnateurs, d'ingénieurs de solutions, de « plombiers de l'espace » serait-on tenté de dire ? Autrement dit, des métiers asservis à des sociétés de plus en plus polarisées entre riches et pauvres, à des États et à des villes à la fois endettés et étourdis face aux impacts néfastes du dérèglement climatique.

Il y a certes des personnes et des groupes dédiés à la cause environnementale avec des actions probantes. Des architectes, des urbanistes et des paysagistes expérimentent avec des matériaux et des méthodes de construction, des filières d'approvisionnement et des processus de participation-décision, avec des effets pleins de sens et d'espoir. Ces nouvelles pratiques du métier sont parfois accompagnées par des filons de recherche réactifs et anticipateurs, et c'est une chose heureuse.

Cependant, ces pratiques ne sont-elles pas des exceptions qui confirment la règle ? Symétriquement, la recherche n'est-elle pas aussi dominée par un fort ancrage aux bonnes vieilles thématiques et méthodes, et donc résultats, lesquels s'accordent parfaitement avec ce retour de bâton. En effet, pourquoi changer d'orientation puisque presque plus personne ne le demande ? Pourquoi larguer les amarres vers un horizon qui semble loin des préoccupations des États, des collectivités et des individus ?

Or il faut revenir à l'essentiel et aux données de plus en plus confirmées sur la situation critique de la Terre et sur le coût social, environnemental et économique de l'inaction. Si le sixième rapport du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du

1. Oliver Holms, « Wars and climate crisis keep Doomsday Clock at 90 seconds to midnight », *The Guardian*, 23 janvier 2024.
2. https://thebulletin.org/doomsday-clock/#nav_menu (consulté le 25 mars 2024).

« La culture continue, de façon écrasante, de fermer les yeux sur les faits du changement climatique et [...] le déni est la vraie marque de fabrique du présent, s'étendant à tous les aspects de la vie sociale. »

climat (GIEC) les a publiées³ avec toutes les réserves propres à la déontologie scientifique, nombreux sont les acteurs politiques, économiques et même religieux qui savent qu'une tempête sans précédent se rapproche, pour reprendre le titre saisissant du géographe et activiste Andreas Malm pour qui « la culture continue, de façon écrasante, de fermer les yeux sur les faits du changement climatique et [...] le déni est la vraie marque de fabrique du présent, s'étendant à tous les aspects de la vie sociale⁴ ». Six ans et une pandémie d'ampleur mondiale se sont passés depuis la première apparition de ce texte en anglais. Mais nous pourrions soutenir que, sauf dans les marges, le système de production de l'espace a peu évolué et que, surtout, il court le risque de ressasser ses anciens récits.

Face au péril de voir une narration anachronique taire les avis de tempêtes, face au simple fait que le monde urbain s'aménage de manière non soutenable, ne devrait-il quand même peser un tant soit peu dans les orientations de la théorie, de la recherche et des pratiques des métiers de la transformation de l'espace ?

Or il n'en est, quasi, rien. La majorité écrasante de ce qui constitue le système de la construction reste désespérément proche du *business as usual*. Là aussi, les forces contraires du climatoscepticisme et des priorités économiques à court terme ont trouvé les moyens pour neutraliser les voix dissidentes. Comment ? Mais, évidemment, par la commande. Les cahiers des charges semblent s'aligner d'abord sur les besoins économiques et sociaux, et seulement de manière accessoire, opportuniste ou idéaliste, sur les impératifs de la transition. Et ce, malgré les évolutions significatives de la Réglementation environnementale 2020 (RE 2020)⁵, qui introduit la performance environnementale. Rien d'étonnant, puisque la construction en tant que secteur économique est basée sur les flux des matières et leurs flux financiers associés : plus on construit, plus on ajoute de la matière transformée, plus les filières de la construction (et en leur sein les architectes) y trouvent leur compte.

Ainsi, depuis l'apparition officielle de la recherche architecturale dans les années 1960 aux États-Unis, la grande majorité de ces produits « dérivent » de



© FBA

The Eco-Century Project.

l'expérience du métier sur les autoroutes intoxicantes de la croissance, quand ils ne se livrent pas à des mutismes théorico-poétiques, comme le remarquait déjà acridement l'historien de l'architecture Manfredo Tafuri, lors de cette période qui marqua également le passage au rouge de l'empreinte environnementale de l'humanité.

Que faire ?

Il faut bien tenir compte des éléments ci-dessus, si l'on souhaite que la recherche architecturale, grâce à sa position « potentiellement en dehors de la commande », puisse se retrouver en avant-garde des problématiques qui sont en train d'émerger pour le cadre bâti. Et, si nous nous en tenons au « triangle vertueux » pratique-recherche-enseignement, ce dernier devrait activer les résultats les plus probants et les plus structurants de la seconde, en vue de l'application au sein de la première.

Au barycentre du triangle devrait figurer la transition écologique comme « Projet.Social.Prioritaire ». Les termes sont choisis à propos. Projet, en tant que processus spécifique dans le temps, inverse aux « forces naturelles » du marché. Social, parce qu'un projet n'est pas concevable sans la participation coordonnée d'un ou de plusieurs collectifs/collectivités. Prioritaire, puisque rien ne semble plus urgent que de transiter vers des modes de vie en accord avec les ressources de la biosphère.

Il est utile de rappeler les deux axes de coordonnées de cette transition : la décarbonation (ou atténuation) et la résilience (ou adaptation). Le premier axe met l'accent sur les quantités des gaz à effet de serre émis et sur tous les moyens nécessaires pour réduire à zéro ces émissions. Son calcul et son renvoi aux activités de construction (dont les espaces dessinés sous la bannière de l'architecture et de l'urbanisme) sont déjà avancés et de plus en plus connus. Le deuxième

3. <https://www.unep.org/fr/resources/rapport/sixieme-rapport-devaluation-du-giec-changement-climatique-2022> (consulté le 25 mars 2024).

4. Andreas Malm, *Avis de tempête. Nature et culture dans un monde qui se réchauffe*, La Fabrique, 2023, p. 15 (soulignement de l'auteur).

5. <https://www.ecologie.gouv.fr/reglementation-environnementale-re2020> (consulté le 25 mars 2024).

DENSITÉS ÉCOLOGIQUES

Visions prospectives pour la façade sud
de l'aéroport international de Genève



FONDATION
BRAILLARD
ARCHITECTES

THE ECO-
CENTURY
PROJECT



Sous la direction de Panos Mantziaras

Cahier de recommandations issu du
Transition Workshop 2024 pour le
compte du Canton de Genève.

axe, celui de la résilience, est nettement plus pernicieux, puisque celle-ci est loin d'avoir des métriques comptables. Doter les structures humaines physiques et sociales d'une capacité de résistance ou d'adaptation face aux pics climatiques relève de capacités de prévision couplées à des méthodes empiriques parfois très anciennes et parfois très innovantes.

Grâce à ce système de coordonnées, il y a quelques repères d'horizon que balise patiemment depuis plusieurs années la Fondation Braillard architectes (FBA) au sein de son programme de recherche et culture *The Eco-Century Project*⁶, lancé en 2016 à Genève. Celui-ci commence par le pré carré des ingénieurs, les calculs nécessaires pour déterminer le fait architectural comme fait matériel. Ne faudrait-il comprendre ce qu'une forme, une fonction, un système ou un dispositif signifient en matière de consommation de ressources ?

Le « fait architectural », pour revenir à la puissante définition rossienne, ne serait-il aussi un « fait comptable » renvoyant à l'*accountability*, la responsabilité, donc, de ses agents face à la question environnementale ?

Puis il y a ce grand mystère de l'humain auquel la recherche architecturale s'est longtemps intéressée et qui lui a valu une place au sein des sciences humaines et sociales dans certaines traditions académiques. Or le coût environnemental des modes de vie ne serait-il pas une pierre d'achoppement de cette tradition, qui ne réussirait toujours pas à lier notre bien-être à celui du reste du vivant ? Comment dérouler ce fil d'Ariane reliant disciplines de l'espace, sociologie, anthropologie et sciences du vivant, pour autant que la politique arrive à subordonner les intérêts des groupes sociaux aux neuf limites planétaires ?

Ensuite, il y a la poly-hélice génétique de l'architecture constituée de la construction avec ses ressources, ses processus et ses esthétiques, dont les deux dernières biennales à Venise ont exposé l'imperceptible mutation. Mais, si un nombre croissant de projets de diplômés met à mal les catégories d'appréciation du beau, de l'utile et du ferme, sa métamorphose ne

serait-elle qu'une question de temps, pourvu que les méthodes du projet se débarrassent des génomes extractivistes, productivistes et performanciers ?

Justement, si l'horizon temporel auquel nous conduirait la transition écologique est par convention fixé à 2050, le rythme de nos efforts pour maintenir les températures sous les niveaux préindustriels est considéré à la fois comme beaucoup trop lent par les scientifiques et beaucoup trop rapide par les sociétés. D'une part, ce hiatus est intellectuellement saisissant, puisqu'il rappelle le paradoxe de Zénon avec Achille et la tortue ; d'autre part, il est d'une gravité existentielle : « reste-t-il du temps pour ce monde ? » se demande Andreas Malm⁶. Comment donc, loin de la naïveté positiviste du genre « planification écologique », dessiner la transition écologique comme un rhizome dynamique d'espace-temps ?

Conclusion

Sur ces questions, ont été labellisées par la FBA les consultations internationales pour le Grand Genève 2050 et Luxembourg in Transition, et se développe actuellement son enseignement pionnier interdisciplinaire *Transition Workshop*. Car dessiner la transition écologique par le projet reste encore et toujours une science qui doit être accompagnée d'une « grande diversité d'études et de connaissances par le moyen desquelles elle juge de tous les ouvrages des autres arts qui lui appartiennent », comme l'écrivait avec une singulière actualité Vitruve⁷.

Quant à la recherche qui sera associée à ce dessin, elle sera obligée de naviguer sur d'innombrables routes différenciées selon les récifs, écueils et avis de tempête dans l'océan à haut risque que s'avère être le dérèglement climatique. La transition écologique semble se dresser comme sa seule boussole fiable, quoique toujours améliorable. J'ai la conviction qu'avec cet instrument de navigation, la recherche pourra orienter l'architecture vers le seul cap « historiquement justifié », pour reprendre la terminologie critique de Tafuri⁸. ■

6. Andreas Malm, *Avis de tempête. Nature et culture dans un monde qui se réchauffe*, La Fabrique, 2023, p. 15.

7. Claude Perrault, *Les dix livres d'architecture de Vitruve, corrigés et traduits nouvellement en français, avec des notes et des figures*, Jean-Baptiste Coignard, 1673.

8. Manfredo Tafuri, *Projet et utopie. Architecture et développement capitaliste* [1973], Entremonde, 2022.

RESSOURCES, une plateforme pédagogique pour enseigner la construction et la réhabilitation en matériaux bio-géo-sourcés

RESSOURCES¹ est une plateforme pédagogique numérique qui héberge des contenus d'enseignement destinés aux cursus de formations professionnelles et universitaires dans le secteur du bâtiment. Elle est le résultat d'un projet multi-partenarial qui a mobilisé onze structures d'enseignement pendant deux ans. Ce projet a été l'occasion de repenser les modes d'enseignement, la place des matériaux bio-géo-sourcés dans les parcours d'enseignement et la collaboration entre enseignants².

amàco, construire avec les matières naturelles à portée de main

L'atelier matières à construire, amàco, est un centre d'expérimentation, de formation, de recherche et de diffusion des connaissances sur les matières à construire, au croisement des cultures scientifiques, techniques, artistiques et architecturales. Dans ce domaine, amàco encourage la construction avec les matières premières, brutes et peu transformées,

disponibles dans les territoires, telles que la terre, le bois, la pierre ou les fibres végétales.

Un des objectifs d'apprentissage principal d'amàco est de déclencher une prise de conscience autour de ces matières qui répondent aux besoins et aux enjeux des matériaux de construction pour l'architecture contemporaine.

Depuis sa création, amàco a développé de nombreuses initiatives pédagogiques en lien avec des

ADÉLIE COLLETTA

Ingénieure pédagogique, amàco – atelier matières à construire

FLORIE DEJEANT

Coordnatrice de projets de formation, amàco – atelier matières à construire

LAETITIA FONTAINE

Ingénieure de recherche, Unité de recherche Architecture, Environnement & Cultures Constructives (AE&CC), École nationale supérieure d'architecture de Grenoble (ENSAG) – Université Grenoble Alpes (UGA)



© amàco

1. <https://amaco.org/ressources-la-plateforme-pour-enseigner-la-rehabilitation-et-la-construction-bio-geo-sourcees/> (consulté le 8 mars 2024).
2. Voir dans ce numéro les articles suivants : Philippe Madec, « Architecture & écologies. La part enseignée », p. 133 ; David Gandreau et Thierry Joffroy, « La rétro-ingénierie des cultures constructives locales pour répondre aux grands enjeux globaux actuels : l'expérience de CRAterre », p. 102.

Apprentissage expérientiel au festival Grains d'Isère, Les Grands Ateliers (Villefontaine), 2016.

établissements de l'enseignement supérieur, mobilisant une approche basée sur l'apprentissage expé-rientiel (apprendre à connaître et à utiliser un matériau grâce à la rencontre sensorielle et corporelle avec la matière brute qui le compose). Pourtant, le dévelop- pement de ces initiatives s'accompagne du constat de la trop faible part des enseignements consacrés aux matériaux bio-géo-sourcés dans les écoles.

RESSOURCES, un projet collectif et interdisciplinaire

En 2019, naît le projet RESSOURCES dans le contexte de la crise sanitaire, en réponse à un appel à projets lancé dans le cadre du Programme des investis- sements d'avenir (PIA) pour l'hybridation des forma- tions dans l'enseignement supérieur. Porté par amàco, en partenariat avec 8 établissements d'enseignement supérieur et continu (les Écoles nationales supérieures d'architecture de Grenoble, Lyon, Clermont-Ferrand, Normandie, Toulouse et Versailles, l'Institut national des sciences appliquées de Lyon – INSA Lyon –, l'École de Chaillot, les Compagnons du devoir et du Tour de France) et les Grands Ateliers, ce projet répond à un triple objectif :

- développer la part des enseignements sur les maté- riaux bio- et géo-sourcés dans les écoles d'archi- tecture et d'ingénierie (notamment à travers la pro- duction de nouvelles ressources pédagogiques)³ ;
- accompagner la montée en compétences des enseignants sur l'enseignement hybride (qui mêle l'apprentissage en présentiel et à distance) ;
- valoriser et développer l'apprentissage expé-rientiel dans les écoles.

Pendant deux ans, plus de 80 enseignants et experts métiers, accompagnés par des experts en pédagogie et outils numériques, ont mutualisé leurs connaissances et collaboré pour co-concevoir des contenus pédago- giques destinés à être diffusés. Pour de nombreux partenaires, ce projet représentait une première expé- rience de collaboration avec des enseignants d'autres établissements, mais aussi d'autres disciplines (archi- tecture, ingénierie du bâtiment, artisanat). La question de l'interdisciplinarité a ainsi été au cœur des échanges, permettant d'enrichir les contenus produits et d'ima- giner des adaptations en fonction des profils d'appe- nants visés. La participation au projet a également permis aux enseignants de monter en compétences sur la pédagogie en hybridation et l'utilisation d'outils numériques pour enrichir leurs enseignements.

Une bibliothèque de contenus pédagogiques numériques

La plateforme de formation⁴ a été mise en ligne en 2022. Aujourd'hui, plus de 80 heures de contenus sont disponibles, et de nouveaux cours sont ajoutés régulièrement.

- 12 modules répartis en 3 volets sont proposés :
- les 4 modules « construction bio-géo-sourcée » sont axés sur la connaissance des matériaux : terre, bois, pierre, fibres végétales. Ceux-ci sont abordés depuis la connaissance de la ressource jusqu'à celle

de ses filières de production, en passant par les spé- cificités techniques du matériau et son potentiel architectural ;

- les 4 modules « réhabilitation bio-géo-sourcée » abordent la démarche de réhabilitation à travers ses différentes étapes, du relevé de terrain à l'intervention : arpenter, comprendre, conserver et intervenir ;
- enfin, 4 modules « ambiances et physique du bâtiment » apportent des éléments transversaux pour mieux comprendre les potentialités des matériaux bio-géo-sourcés et leur intérêt envi- ronnemental : son, lumière, chaleur, impact environnemental.

Construction bio-géo-sourcée



TERRE

Introduction à l'architecture de terre
Techniques de transformation et mise en oeuvre
Caractéristiques et performances
Structures en terre
Conception architecturale du projet en terre
Gestion du projet en terre



BOIS

La ressource
Les transformations du bois
Structure et stabilité des ossatures bois
«Porter» : les 5 principaux systèmes constructifs
Structure et systèmes poteau - poutre
«Franchir» : les charpentes et planchers en bois
Structure et charpentes

Réhabilitation bio-géo-sourcée



ARPENTER

Relever le temps : relevé et restitution de l'espace habité
Relever la matière : relevé et restitution de l'espace construit/bâti



COMPRENDRE

Comprendre le bâti pour la réhabilitation
Le bâti préindustriel : la paroi et la baie
Le bâti préindustriel : les éléments de recouvrement
Le bâti préindustriel : le clos
Le bâti industriel

Ambiances et physique du bâtiment



SON

Entrée en matière sonore
De l'onde à l'effet sonore
Acoustique des matériaux
Acoustique des salles
Isoler en biosourcés
Ambiance au gymnase



CHALEUR

Transferts thermiques
Ambiance thermique et conception
Confort
Humidité
Bilan énergétique

3. Noura Arab et François Fleury (dir.), *Ressources pour l'architecture écologique*, t. 1, *Matériaux de construction*, Presses des Mines, 2023.

4. <https://ressources.amaco.org> (consulté le 8 mars 2024).

La plateforme est une bibliothèque de contenus pédagogiques qui se présentent sous diverses formes : cours interactifs, vidéos, activités formatives (quiz ou glisser-déposer), notices de *workshops*, activités collaboratives, évaluations, etc. Les contenus numériques sont conçus pour être flexibles et modulaires, sur la base de « briques » de cours, afin que chaque enseignant puisse intégrer dans ses cours tout ou partie des modules, suivant le scénario pédagogique de son choix. À partir de la plateforme en ligne, les enseignants créent, organisent et donnent leurs cours à distance en y invitant les étudiants, et peuvent, dans certains cas, exporter les contenus de leur choix sur la plateforme numérique de leur établissement. Afin



© amàco

Extrait d'une vidéo pédagogique RESSOURCES, présentation du module bois.

de permettre la prise en main de la plateforme par les enseignants, un dispositif d'accompagnement a été mis en place à travers des ateliers distanciels et présentiels.

Les contenus pédagogiques RESSOURCES s'insèrent dans les cursus diplômants des établissements. Ces enseignements ont été testés dans plusieurs établissements au cours des trois années passées, et un changement d'échelle est en cours.

Aujourd'hui, treize établissements sont partenaires utilisateurs de la plateforme, ce qui permet à l'ensemble des enseignants et des étudiants d'accéder aux contenus. L'essai de RESSOURCES se fait non seulement dans les établissements d'enseignement supérieur, mais aussi auprès des organismes de formation continue. Des expérimentations sont aussi menées dans des établissements d'enseignement professionnel : lycées professionnels, Centres de formation d'apprentis (CFA), Agences nationales pour la formation professionnelle des adultes (AFPA), etc.

Conclusion

Afin d'assurer la pérennité de la plateforme, les partenaires participent aux frais d'hébergement et de maintenance. En 2023, la plateforme RESSOURCES a été identifiée par le ministère de la Culture et le programme Formation aux économies d'énergie dans le bâtiment (FEEBAT)⁵ pour héberger des contenus pédagogiques sur la rénovation énergétique et les mettre à disposition des écoles d'architecture. Ce partenariat est ainsi un gage de pérennité de la plateforme.

Enfin, de nouveaux contenus pourront venir alimenter la plateforme au fur et à mesure des partenariats, mais aussi dans le cadre de nouveaux soutiens financiers. C'est notamment le cas au travers du projet amàReno⁶, lauréat de l'Appel à manifestation d'intérêt (AMI) « Compétences et métiers d'avenir » (dans le cadre du plan France 2030), porté par amàco et visant la massification des compétences en réhabilitation avec les matériaux bio-géo-sourcés. ■

5. <https://www.feebat.org/formations/formateurs-et-enseignants/jenseigne-en-ecole-darchitecture/> (consulté le 8 mars 2024).

6. <https://amaco.org/amareno-renovation-bio-geo-source-vers-la-montee-en-competences-massive-des-professionnels-du-batiment/> (consulté le 8 mars 2024).

© amàco Les 12 modules pédagogiques de la plateforme RESSOURCES et leur découpage en séquences.

i	
PIERRE	FIBRES VÉGÉTALES
Introduction à l'architecture contemporaine en pierre	Fibres et architectures
Extraire et transformer	Construire avec ce que l'on a sous la main
Porter	Les fibres sous toutes les formes
Franchir	Une matière qui demande du savoir-faire
Tracer, Tailler, Poser	Une matière qui sait s'adapter aux exigences
e	
CONSERVER	INTERVENIR
Conserver l'architecture comme écosystème constructif	Connaître : pourquoi transformer l'existant ?
Conserver l'architecture comme matériaux assemblés	Comment protéger
Conserver l'architecture comme réseau d'acteurs	Réemployer l'existant
	Comment transformer
ent	
LUMIÈRE	IMPACT ENVIRONNEMENTAL
Entrée en matières lumineuses	L'impact environnemental
Phénomènes lumineux	L'analyse du cycle de vie (ACV)
Architecture et lumière naturelle	TD d'application : lire des fiches FDES
Mise en lumière et architecture	TD d'application (suite) : Calculer un impact environnemental
	Au-delà des normes : questionner, créer, dépasser

Formation des conservateurs et restaurateurs à l'Institut national du patrimoine (INP): recherches sur l'écoresponsabilité

L'Institut national du patrimoine, dans sa triple mission d'assurer la formation initiale des conservateurs et des restaurateurs, d'accompagner les professionnels du patrimoine dans leur formation tout au long de la vie et de nourrir une réflexion sur l'évolution des pratiques par l'animation scientifique de la recherche, ne peut rester insensible aux conséquences de l'évolution climatique sur l'exercice de ces métiers et la préservation des collections, monuments et sites.



Montage du test de tension de surface : fond noir, plan siliciné et caméra Dino-Lite® reliée à un ordinateur. Cette photographie a illustré l'article de Camille Amann, Nolwenn Carimalo, Quitterie de Charette et Sarah Fernandes, « Comparaison d'un white spirit et de substituts moins toxiques pour l'allègement de cires sur des matériaux du patrimoine », *Variations patrimoniales. Le carnet de l'INP*, 2023 : <https://inp.hypotheses.org/5403>

© Camille Amann, Nolwenn Carimalo, Quitterie de Charette, Sarah Fernandes

SÉVERINE BLENNER-MICHEL

Conservatrice en chef du patrimoine, directrice des études du Département des conservateurs, INP

OLIVIER ZEDER

Conservateur général du patrimoine, directeur des études du Département des restaurateurs, INP

Les formations initiales des deux départements posent les bases d'un enseignement qui intègre la prise en compte du développement durable

La formation initiale des conservateurs intègre dans plusieurs modules l'écoresponsabilité, des principes généraux de la législation jusqu'à l'application la plus pratique. Les cours dévolus au droit du patrimoine s'intéressent ainsi au droit de l'environnement, tandis que le module « Construction des bâtiments culturels et aménagement des édifices patrimoniaux » précise les critères d'écoresponsabilité obligatoires dans tous les marchés publics. Un architecte intervient dans le cadre du module « Monuments historiques »

pour présenter les enjeux liés au changement climatique, tout en prenant en compte la spécificité des matériaux et de l'esthétique du bâti ancien. Les élèves sont initiés à l'archéologie environnementale. Enfin, le choix et l'usage des matériaux de conditionnement sont critiqués au sein du module « Conservation-restauration », les normes de conservation réinterrogées à la lumière des études les plus récentes.

Les élèves du département des restaurateurs reçoivent un enseignement qui les avertit sur la toxicité pour eux-mêmes et sur la dangerosité pour l'environnement des solvants organiques utilisés dans la restauration des polychromies. Les consignes de prévention dans la manipulation de ces produits

leur sont enseignées, ainsi que le tri des déchets dans leur pratique d'atelier. L'usage des solvants aqueux globalement moins nocifs, mis au point par Richard Wolbers, fait partie de leur formation. La recherche sur les produits écologiques adaptée à la conservation-restauration n'est pas encore assez aboutie pour que les cours en tronc commun et en spécialité l'intègrent, mais elle trouve sa place dans les travaux de recherche. Ainsi, en 3^e année, dans le cadre du projet d'étude expérimentale (PEEX), des élèves traitent ces sujets collectivement, transcrits dans des articles pour les *Carnets de recherche de l'INP. Variations patrimoniales*¹, tandis que la partie technico-scientifique de certains mémoires de 5^e année² expérimente l'efficacité de ces produits « verts ».

Depuis 2015, l'offre de formation continue de l'INP aborde la question du développement durable, en prenant en compte l'exigence de durabilité dans toutes les pratiques professionnelles (plan de sauvegarde des œuvres, matériaux bio-sourcés, risques particuliers liés à l'amiante ou au plomb, transport des œuvres, assurance, convoiements). Depuis 2020, le thème du développement durable apparaît en tant que tel dans le catalogue de formation continue avec plusieurs sujets : développement durable et conservation du patrimoine, éco-conception des expositions, matériaux de conservation durables, tourisme durable. L'enseignement dispensé par des experts du domaine et des praticiens des musées permet d'aborder le sujet de la transition écologique dans sa dimension à la fois théorique et pratique en confrontant des expériences et en proposant des outils et des approches originales. Des sessions de formation proposent des méthodes de restauration qui permettent d'éviter l'emploi de solvants chimiques pour protéger les personnes, les œuvres et l'environnement ou des procédés qui visent le remplacement des matières plastiques pour le conditionnement des biens culturels par des matériaux plus durables³.

Depuis quatre ans, la programmation scientifique et culturelle explore enfin le périmètre de

l'écoresponsabilité dans le cadre d'un séminaire commun animé avec l'École du Louvre intitulé « Patrimoine et développement durable ».

Le séminaire « Patrimoine culturel et contrat social », lancé en 2023, s'est donné comme objectif d'interroger à nouveaux frais la notion de bien commun, également examinée sous l'angle du développement durable, tandis qu'une journée d'étude organisée le 5 juin 2023 par les élèves de la promotion Michelle Perrot et des doctorants de l'Institut des sciences sociales du politique (ISP) a posé la question du « patrimoine, en quête d'intérêt général » à l'heure où les objectifs de protection environnementale peinent parfois à s'articuler aux processus de protection du patrimoine architectural.

Le 4 juin 2024, la promotion Magdeleine Hours s'est interrogée sur la nature du patrimoine en jouant sur les mots pour retrouver le lien organique entre patrimoine et espaces naturels.

Un troisième séminaire intitulé « Concilier les enjeux écologiques et patrimoniaux : vers une conservation intégrée ? » a vu le jour dès février 2024 et a abordé successivement, à la croisée de l'écologie, de l'archéologie et des monuments historiques, le cas des espaces forestiers et montagnards, des espaces maritimes et fluviaux, des monuments et des sites. Enfin, le numéro 18 de la revue *Patrimoines*, paru en octobre 2023, a consacré son dossier principal aux « Enjeux environnementaux » avec la triple injonction : « protéger, anticiper, s'adapter⁴ ».

Conclusion

L'Institut national du patrimoine s'efforce ainsi de s'adapter et d'analyser toutes les évolutions afin d'accompagner plus encore les professionnels dans la prise en compte de ces enjeux d'écoresponsabilité dans leurs pratiques, sous peine de voir s'altérer irrémédiablement une partie de notre patrimoine culturel, immatériel et naturel, et d'être demain confrontés à la disparition et à l'absence⁵. ■

1. Loys Boivin, Simon Laroche, Antonin Peyre et Félix Taquet, « Comparatif du pouvoir adhésif du chitosan, du Klucel M et du Paraloid B44 : vers une alternative bio-sourcée aux adhésifs synthétiques en restauration d'objets métalliques ? », *Variations patrimoniales. Le carnet de l'INP*, 2022 (<https://inp.hypotheses.org/3933>) ; Cécilie Amann, Nolwenn Carimalo, Quiterie de Charette et Sarah Fernandes, « Comparaison d'un white spirit et de substituts moins toxiques pour l'allègement de cires sur des matériaux du patrimoine », *Variations patrimoniales. Le carnet de l'INP*, 2023 (<https://inp.hypotheses.org/5403>).

2. Adeline Fournal, *Conservation-restauration d'un surtout de table composite de la Vénétie (XVIII^e siècle ; Paris, Musée des Arts décoratifs). À la recherche d'une démarche éco-responsable*, 2018 ; Nadia Zine, *Conservation-restauration du monument au sergent Bobillot (1959 ; Centre de documentation de la Conservation des œuvres d'art religieuses et civiles). La biominéralisation sur des surfaces hydrofugées : étude de faisabilité*, 2019 ; Manon Arbelet, *Étude et conservation-restauration d'un palempore de la côte de Coromandel (Inde, vers 1725 ; Lyon, musée des Tissus). Recherches sur l'utilisation de colorants naturels dans le procédé d'impression en conservation-restauration de textiles*, 2021 ; Nina Mourat, *Étude et conservation-restauration d'un herbier pharmaceutique illustré et couvert de cuir peint (1555 ; bibliothèque municipale d'Angers). Étude comparative de matériaux écoresponsables pour le comblement du cuir*, 2022.

3. Entre 2021 et 2024, treize formations ont été proposées sur ces sujets par le département des restaurateurs.

4. Dossier « Enjeux environnementaux. Protéger, anticiper, s'adapter », *Patrimoines. La revue de l'Institut national du patrimoine*, n° 18, 2023.

5. « Les patrimoines absents. Faire parler les silences de l'histoire », journée d'étude des élèves conservateurs du patrimoine organisée le 7 avril 2023 à Paris.



Comparaison des trois différents films d'adhésifs réalisés durant les prétests. Cette photographie a illustré l'article de Loys Boivin, Simon Laroche, Antonin Peyre et Félix Taquet, « Comparatif du pouvoir adhésif du chitosan, du Klucel M et du Paraloid B44 : vers une alternative bio-sourcée aux adhésifs synthétiques en restauration d'objets métalliques ? », *Variations patrimoniales. Le carnet de l'INP*, 2022 : <https://inp.hypotheses.org/3933>.

La politique publique du Centre national du cinéma et de l'image animée (CNC) à l'aune de l'urgence climatique

En 2020, Dominique Boutonnat, président du CNC, présente le *Plan Action !* au Festival de Cannes. L'ambition est d'accompagner les professionnels du cinéma et de l'audiovisuel dans leur transition environnementale. Cette politique publique, la première pour le secteur, s'inscrit dans un contexte spécifique.

CÉCILE LACOUÉ

Directrice des études, des statistiques et de la prospective, CNC

LESLIE THOMAS

Secrétaire générale, CNC

1. Article 175 de la loi ELAN : « Des actions de réduction de la consommation d'énergie finale sont mises en œuvre dans les bâtiments, parties de bâtiments ou ensembles de bâtiments à usage tertiaire » et de poursuivre : « afin de parvenir à une réduction de la consommation d'énergie finale pour l'ensemble des bâtiments soumis à l'obligation d'au moins 40 % en 2030, 50 % en 2040 et 60 % en 2050 » par rapport à une année de référence entre 2010 et 2022.

2. Aurélien Bigo est chercheur sur la transition énergétique des transports. Marie Carrega est cheffe du bureau adaptation au changement climatique – ministères Écologie Énergie Territoires. Maxime Efoui-Hess est coordonnateur du programme *The Shift Project*. Clémence Lacharme est sénior manager chez Carbone 4.

La filière ne connaît pas la contrainte carbone, les œuvres produites sont des prototypes et les modèles de production n'intègrent que très peu les défis environnementaux. Seules les salles de cinéma sont concernées par le « décret tertiaire » issu de la loi Évolution du logement, de l'aménagement et du numérique (ELAN) de 2018¹, sans modalités d'application encore définies. Au nécessaire changement de paradigme s'ajoutent des attentes différenciées de la part des professionnels qui, pour certains, portent des initiatives témoignant

de leur grande maturité sur le sujet, et pour d'autres manifestent au mieux du désintérêt.

Grâce au concours de quatre experts, Marie Carrega, Aurélien Bigo, Maxime Efoui-Hess et Clémence Lacharme², le CNC va dessiner les contours d'une politique publique inédite. L'objectif est d'impulser la dynamique de transition et de provoquer une transformation profonde du secteur, au bénéfice de l'environnement et des acteurs de la filière eux-mêmes.



Toits et panneaux photovoltaïques.

© Provence studios



Journée Plan Action !
à Strasbourg.

Le CNC se donne trois ans pour développer les outils nécessaires pour objectiver l'impact de la filière avec la création d'un Observatoire de la transition écologique, former les professionnels à l'écoresponsabilité, adapter les méthodes de production aux enjeux climatiques et valoriser les initiatives portées par les professionnels eux-mêmes.

Compter pour objectiver

L'Observatoire de la transition écologique poursuit plusieurs objectifs : mesurer l'impact environnemental des différents pans de la filière, identifier les bonnes pratiques permettant de réduire cette empreinte carbone, sensibiliser les professionnels aux enjeux climatiques et évaluer leur degré de maturité et leur investissement sur ces sujets.

Un premier diagnostic énergétique et sur les déchets a été mené en 2022 auprès d'une quinzaine d'établissements cinématographiques ; il a permis de mettre au jour les postes les plus énergivores : le chauffage, la ventilation, la climatisation et, inhérent à leur activité, le poste projection-serveur-sono, qui à eux seuls représentent plus de 85 % des dépenses énergétiques des salles. Une des recommandations phares étant de remplacer les projecteurs xénon en fin de vie par des projecteurs laser, le CNC a commandé un bilan énergétique ainsi qu'une analyse du cycle de vie comparés entre projecteurs xénon et projecteurs laser pour mesurer l'apport réel de ces derniers et leur impact environnemental au-delà des gains énergétiques qu'ils permettent. Les résultats seront publiés en 2024.

En 2023, une nouvelle étude a été réalisée pour dresser le bilan carbone des studios de tournage en

France, elle a révélé que plus de 90 % des émissions étaient imputables aux productions accueillies et plus de 80 % aux intrants (décors, costumes notamment) et au fret. À nouveau, cet audit a donné lieu à un ensemble de préconisations comme la mise en place d'entrepôts de stockage, d'une régie internalisée ou l'installation de bornes de recharge de véhicules électriques.

D'autres diagnostics environnementaux sont en cours ou à venir : un sur les studios de post-production, VFX et animation, d'ici la fin 2024, un sur le secteur du jeu vidéo, ou encore un autre sur les sociétés de distribution pour 2025.

Les enseignements précieux de cet Observatoire sont largement diffusés et relayés auprès de l'ensemble des professionnels de la filière, sur le site du CNC, les réseaux sociaux et lors d'événements ou de salons professionnels afin que tous puissent s'en emparer.

Les enseignements précieux de cet Observatoire sont largement diffusés et relayés auprès de l'ensemble des professionnels de la filière, sur le site du CNC, les réseaux sociaux et lors d'événements ou de salons professionnels afin que tous puissent s'en emparer.

Le CNC fait le choix de prioriser son action en direction des étudiants des établissements d'enseignement supérieur, que ce soit pour le cinéma, l'audiovisuel, l'animation ou le jeu vidéo.

Accompagner les professionnels dans le changement de leurs pratiques

Le CNC fait le choix de prioriser son action en direction des étudiants des établissements d'enseignement supérieur, que ce soit pour le cinéma, l'audiovisuel, l'animation ou le jeu vidéo. Afin de sensibiliser les élèves à l'éco-responsabilité et leur permettre d'acquérir de nouvelles connaissances, un module de formation aux enjeux climatiques et à la production responsable est proposé depuis octobre 2021. Il se déploie auprès d'une soixantaine d'écoles sur quatre ans grâce aux concours, tant sur le contenu de *The Shift Project*³, du Flying Secoya⁴ et du Bureau des acclimations⁵ que sur le financement de BNP Paribas et d'Audiens. Cette proposition est complémentaire aux travaux des partenaires sociaux réunis dans la Commission paritaire nationale emploi et formation de l'audiovisuel (CPNEF-AV), de la Commission supérieure technique (CST), d'Écoprod et de l'Assurance formation des activités du spectacle (AFDAS), qui très rapidement ont développé une offre de formation continue avec une certification en éco-production. Depuis 2022, la profession peut compter sur des éco-référents capables d'accompagner les équipes de tournage.

3. <https://theshiftproject.org/> (consulté le 25 mars 2024).

4. <https://www.flyingsecoya.com/> (consulté le 25 mars 2024).

5. <https://bdza.fr/> (consulté le 8 mars 2024).

Support pédagogique du CNC :
« Action... Formation ! »



Ce premier chantier du CNC en matière de formation est complété d'une offre à destination des 1 350 exploitants de salles de cinéma. Avec le soutien de la Fédération nationale des cinémas français (FNCF), sera déployé à l'automne 2024, à l'échelle du territoire national, un programme intitulé « pour une gestion durable et responsable des salles de cinéma ».

La conditionnalité des aides du CNC : un outil pour décarboner la production des œuvres

Accompagner la profession dans sa transition, c'est aussi faire évoluer les modes de production des œuvres. L'étape de la décarbonation de la filière est essentielle. La mesure la plus structurante du *Plan Action!* est la conditionnalité des aides du CNC à l'obligation de bilans carbone. Depuis début 2024, en contrepartie des aides à la production, les professionnels doivent fournir un double bilan carbone.

Les longs et courts métrages de cinéma, ainsi que les œuvres audiovisuelles en prises de vue réelles, dans les genres de la fiction et du documentaire, sont les premiers concernés. Avec quel calculateur carbone ? Nous avons travaillé en collaboration avec les principaux diffuseurs – France Télévisions, TF1, Arte, M6, Canal+ – pour définir un protocole d'homologation de calculateurs carbone qui identifie les catégories d'émissions de gaz à effet de serre (GES) à prendre en considération dans le calcul de l'empreinte carbone des œuvres. En 2023, deux outils ont ainsi été homologués : le Seco2 de Flying Secoya et le Carbon Clap d'Écoprod.

Il s'agit d'obliger les professionnels à s'emparer des outils et de faire le pari de leur capacité à s'engager dans des productions bas carbone. Pas de conditionnalité au résultat. À l'échéance de 2025, nous procéderons de la même manière pour les œuvres numériques de l'animation et du jeu vidéo.

Cette contrepartie environnementale aux aides publiques n'est pas unique. Nous agissons sur un second volet avec les procédures d'appels à projet. Pour mémoire, les premières exigences environnementales datent de 2021 avec l'appel à projet « Choc de modernisation ».

Avec « La grande fabrique de l'image » (2022-2023), l'ambition est plus forte. L'État investit alors 350 M€ pour développer plateaux et studios de tournage, ainsi que l'offre sectorielle de formations. Ce renforcement de l'appareil productif national représente une formidable opportunité et un accélérateur de transformations. Définir des objectifs de transition écologique pour ce type d'investissements devient un incontournable, après avoir longtemps été un impensé.

Dépassez le seul enjeu du bas carbone

Si la décarbonation est une première étape, elle ne saurait être la seule. Les professionnels du cinéma comme ceux de l'audiovisuel ou du jeu vidéo l'ont bien compris et n'ont pas attendu l'engagement du ministère de la Culture, ni du CNC, pour innover et expérimenter en faveur de l'économie circulaire, du traitement des déchets, de la protection du vivant, de

l'utilisation durable des ressources ou de la sobriété numérique. Nous comptons par ailleurs nombre d'initiatives associatives pour favoriser des productions responsables, que ce soit pour les costumes, les décors, les consommations énergétiques, les mobilités, l'alimentation...

C'est dans ce foisonnement d'initiatives que nous (CNC, Direction générale des médias et des industries culturelles du ministère de la Culture, Association française de normalisation – Afnor normalisation) avons conjointement pris la décision de porter la définition d'un référentiel production durable et responsable pour le cinéma, l'audiovisuel et la publicité. Ce référentiel intègre les 17 objectifs de développement durable de l'Organisation des Nations unies (ONU). D'application volontaire, il sera d'accès libre et gratuit et constitue un véritable cadre méthodologique pour tous ceux qui voudront s'engager dans une production soutenable. Ce référentiel présente la spécificité d'être co-construit avec les partenaires sociaux représentatifs des employeurs et des salariés. Écoprod et Flying Secoya, en tant qu'experts historiques, accompagnent aussi la démarche.

Une politique incitative

Le CNC a pu observer un engagement de plus en plus grand de la filière et de ses acteurs, que reflètent les résultats de l'enquête menée sur les pratiques écologiques dans le secteur en 2022 puis en 2023. En un an à peine, la proportion d'entreprises déclarant avoir mis en place des pratiques écologiques sur leurs lieux de travail a gagné 9 points, passant de 78 % à 87 %. Et 2022 a été une année clé : plus de la moitié des entreprises ont établi de nouvelles mesures, incitées non seulement par la hausse du coût de l'énergie et les nouvelles obligations à venir, mais aussi par conviction. Tous les secteurs ne sont bien sûr pas au même niveau d'avancement et de nombreux progrès restent à faire, mais les engagements des professionnels sont de plus en plus fréquents et cohérents avec les attentes de la société civile.

Le contexte est porteur, nous ne sommes qu'au début du chemin. ■

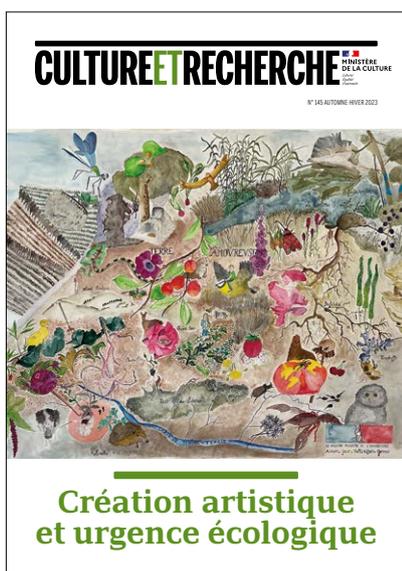
Flying Secoya éco-tourage.



CULTURE ET RECHERCHE

Tous les numéros de *Culture & Recherche* sont disponibles au format pdf sur le site internet du ministère de la Culture.
www.culture.gouv.fr/Sites-thematiques/Enseignement-superieur-et-Recherche/La-revue-Culture-et-Recherche

Pour s'inscrire sur la liste de diffusion, ou pour tout renseignement :
culture-et-recherche@culture.gouv.fr



Le dernier numéro paru en 2023

n° 145 – Automne-hiver 2023, **Création artistique et urgence écologique**

Ce numéro de *Culture & Recherche* s'inscrit dans le continuum de trois numéros précédents de la revue, parus en 2014 et 2017, et dédiés à la recherche dans les écoles d'art et dans le spectacle vivant (n° 130, 135 et 136). Fruit des travaux du groupe de travail « Défis environnementaux » et de l'atelier « Veille artistique » de la Direction générale de la création artistique du ministère de la Culture, il a pour objectif de documenter, d'enrichir et de diffuser les ressources sur les liens étroits entre écologie et création artistique. Il tente d'aborder les accolures systémiques entre l'écologie et la création artistique, de partager un état des lieux des modes d'être et d'agir, ainsi qu'une analyse des actions et recherches conduites par des femmes et hommes artistes, opérateurs, experts du ministère de la Culture, chercheurs et enseignants-chercheurs, étudiants des écoles supérieures d'art et associations citoyennes. Toutes et tous participent de cet élan. Ensemble, par leurs écrits, témoignages, manifestes, engagements, toutes et tous s'emparent de « ce que peut faire » la création artistique à l'écologie face à ce nouveau défi existentiel et civilisationnel, selon trois axes : les arts et l'écologie, imaginaires et représentations ; les actions et pratiques écoresponsables dans le champ de la création ; le nouvel écosystème de la création artistique. Prévalence du sens commun, capacitation et générosité des artistes contribuent à mettre en œuvre des leviers qui expérimentent, avec l'ensemble du vivant et face à l'urgence, les rapports qui nous unissent.

Numéros récents



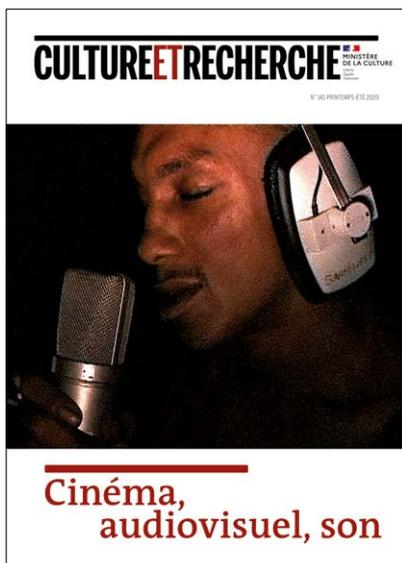
n° 144 – Printemps-été 2023



n° 143 – Automne-hiver 2022



n° 142 – Printemps-été 2022



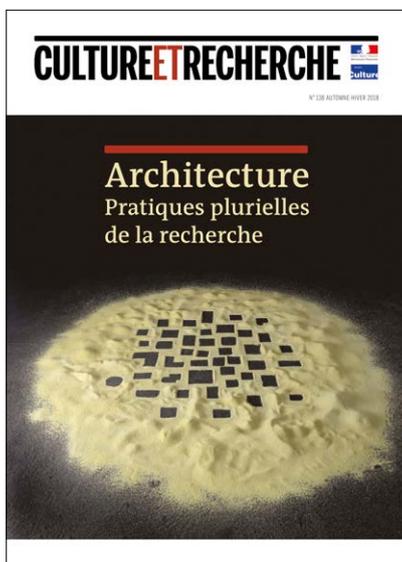
n° 141 – printemps-été 2022



n° 140 – Hiver 2019-2020



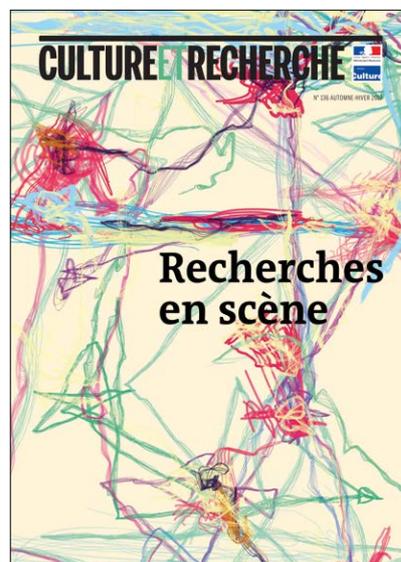
n° 139 – Printemps-été 2019



n° 138 – Automne-hiver 2018



n° 137 – Printemps-été 2018



n° 136 – Automne-hiver 2017



n° 135 – Printemps-été 2017



n° 134 – Hiver 2016-2017



n° 133 – Été 2016

CULTURE ET RECHERCHE

COMITÉ ÉDITORIAL ET PROGRAMMATION

Le comité éditorial est piloté par la Sous-direction Formation-Recherche et son bureau de la recherche au sein de la Délégation générale à la transmission, aux territoires et à la démocratie culturelle. Ses membres représentent :

- La délégation générale à la langue française et aux langues de France.
- Le département des études, de la prospective, des statistiques et de la documentation, Secrétariat général.
- La direction générale de la création artistique.
- La direction générale des médias et des industries culturelles.
- La direction générale des patrimoines et de l'architecture.

Directeur de la publication : **Gaëtan BRUEL** / Directeur de cabinet de la ministre de la Culture

Rédactrice en chef : **Catherine GRAINDORGE** / Délégation générale à la transmission, aux territoires et à la démocratie culturelle / Sous-direction des formations et de la recherche

COMITÉ ÉDITORIAL

Solène BELLANGER

Cheffe de la Mission Recherche / Direction générale de la création artistique / Sous-direction des enseignements spécialisé et supérieur et de la recherche

Laurence BIZIEN

Invitée expertise Science ouverte, Chargée d'études documentaires, École nationale supérieure d'architecture de Nantes / Centre de recherche nantais Architectures Urbanités (CRENAU)

Jean-Christophe BONNISSENT

Chargé de mission / Délégation générale à la langue française et aux langues de France / Mission Emploi et diffusion de la langue française

Bastien CHASTAGNER

Chef du bureau Accès aux archives et de l'animation du réseau / Service interministériel des Archives de France / Sous-direction du pilotage, de la communication et de la valorisation des archives

Claire CHASTANIER

Adjointe à la Sous-directrice des collections / Direction générale des patrimoines et de l'architecture / Service des Musées de France / Sous-direction des collections

Christian CRIBELLIER

Adjoint au Sous-directeur / Direction générale des patrimoines et de l'architecture / Service du patrimoine / Sous-direction de l'archéologie

Aude CROZET

Chargée de mission / Direction générale des patrimoines et de l'architecture / Service du patrimoine / Sous-direction de l'archéologie / Bureau du patrimoine archéologique

Brigitte GUIGUENO

Adjointe au Sous-directeur / Direction générale des patrimoines et de l'architecture / Service interministériel des archives de France / Sous-direction du pilotage, de la communication et de la valorisation des archives

Priscilla GUSTAVE-PERRON

Cheffe du bureau Recherche / Délégation générale à la transmission, aux territoires et à la démocratie culturelle / Sous-direction des formations et de la recherche

Camille HERFRAY

Chargée de mission / Direction générale de la création artistique / Sous-direction des enseignements spécialisé et supérieur et de la recherche / Mission recherche

Judith KAGAN

Cheffe du bureau de l'expertise et des métiers / Direction générale des patrimoines et de l'architecture / Service du patrimoine / Sous-direction des Monuments historiques et des sites patrimoniaux

Isabelle-Cécile LE MÉE

Chargée de mission / Direction générale des patrimoines et de l'architecture / Délégation à l'inspection, à la recherche et à l'innovation

Pascal LIÉVAUX

Adjoint au Chef de la Délégation / Direction générale des patrimoines et de l'architecture / Délégation à l'inspection, à la recherche et à l'innovation

Wilfried MULLER

Chargé de mission / Direction générale des médias et des industries culturelles / Service du Livre et de la Lecture / Département des bibliothèques / Bureau du patrimoine

Carine PRUNET

Adjointe au chef du bureau de la diffusion numérique des collections / Direction générale des patrimoines et de l'architecture / Service des Musées de France / Sous-direction des collections

Pierre-Jean RIAMOND

Chef du bureau du patrimoine / Direction générale des médias et des industries culturelles / Service du Livre et de la Lecture / Département des bibliothèques

Éric ROUARD

Chef de la Mission de la politique documentaire / Secrétariat Général / Département des études, de la prospective, des statistiques et de la documentation / Mission de la politique documentaire

Miguel SAYOUS

Chargé de mission / Secrétariat Général / Département des études, de la prospective, des statistiques et de la documentation / Mission de la politique documentaire

Valérie WATHIER

Adjointe à la Cheffe de bureau / Direction générale des patrimoines et de l'architecture / Service de l'architecture / Sous-direction de l'enseignement supérieur et de la recherche en architecture / Bureau des enseignements

CULTURE ET RECHERCHE



Créée en 1985, la revue *Culture & Recherche* présente et explicite la recherche culturelle menée au sein du ministère de la Culture dans toutes ses composantes : patrimoines, création, médias, industries culturelles, développements technologiques appliqués au secteur culturel.

Chaque numéro est consacré à un axe prioritaire de l'action du ministère dont les travaux sont menés par les acteurs et partenaires de la recherche culturelle financée et soutenue par le ministère de la Culture. La revue a pour objectif de diffuser et de rendre visible la recherche culturelle auprès d'un public élargi de professionnels du secteur culturel et de la recherche. Elle offre un regard sur l'actualité de la recherche culturelle développée au sein des différentes structures du ministère (établissements, structures de recherche, laboratoires, réseau des écoles de l'Enseignement supérieur Culture) et de celles qui s'inscrivent, notamment, dans l'accord-cadre avec le CNRS, en vigueur depuis 1992, la stratégie ministérielle de recherche ou les appels à projets spécifiques.

Après le précédent numéro (n° 145-décembre 2023) de *Culture & Recherche*, dédié à la création artistique face à l'urgence écologique, ce deuxième volet est consacré aux défis environnementaux de la recherche culturelle. Il en présente les différentes productions qui traduisent une attention renouvelée aux écosystèmes pour une cartographie écologique et humaine.

Au cœur du plus grand défi jamais affronté par l'humanité, les communautés scientifiques inscrivent l'écologie non seulement comme objet propre de recherche, mais aussi comme une nouvelle forme d'humanisme, un engagement tourné vers la réitération de l'habitabilité de la Terre.

Les chercheurs et chercheuses investissent les domaines pluriels des patrimoines (archéologie, archives, monuments historiques, musées...), de l'architecture, des bibliothèques, des industries culturelles et créatives, des langues, du tourisme. Tous et toutes mobilisent des capacités à s'impliquer.

L'approche proposée dans ce numéro suit trois trajectoires : étendre l'inscription de l'écologie dans les politiques publiques de la recherche ; soutenir-concilier-réassurer pour une meilleure prévisibilité ; acquérir et maîtriser de nouvelles connaissances. Toutes ces actions tentent de répondre à la mise en protection de ce qui fait « culture commune », ce à quoi nous tenons.

La recherche culturelle investit aujourd'hui un espace-temps complexe : l'ère de la « transition écologique » est en train de devenir une « culture des transitions ».

Directeur de la publication : **Gaëtan BRUEL**
Directeur de cabinet de la ministre de la Culture

Rédactrice en chef : **Catherine GRAINDORGE**
Délégation générale à la transmission, aux territoires
et à la démocratie culturelle / Sous-direction
des formations et de la recherche

Impression : **DILA**/Département de l'imprimerie,
75015 Paris

ISSN papier : 0765-5991 – ISSN en ligne : 1950-6295

Réalisation : **Transfaire**
contact@transfaire.com



PEFC 10-31-2190 / Certifié PEFC

