

Projet de thèse

Début des travaux de recherche : automne 2023

Profil recherché : historien(ne) ou historien(ne) de l'art montrant une appétence pour l'interdisciplinarité et intéressé pour enrichir ses compétences acquises en culture matérielle, dans le domaine physico-chimique (analyse de matériaux anciens).

Sujet :

Patrimoine industriel et matériaux anciens : de la documentation historique au développement d'une méthodologie non destructive.
L'apport des traités anciens au contexte normatif de la transition écologique.

Laboratoire principal d'accueil :

Equipe pluridisciplinaire SHS RECITS au sein de l'Institut FEMTO-ST (UMR 6174), à l'Université de technologie de Belfort-Montbéliard (UTBM).

Inscription à l'École doctorale Sociétés, Espace, Pratiques, Temps (SEPT) de l'Université de Bourgogne Franche-Comté.

Encadrant :

Marina Gasnier, PU en histoire des techniques et épistémologie du patrimoine industriel
Equipe SHS FEMTO-ST/RECITS (UMR 6174) - UTBM

Co-encadrant :

Philippe Dillmann, DR CNRS

Laboratoire Archéomatériaux et Prévision de l'Altération : IRAMAT (UMR 7065 CNRS) et NIMBE (UMR 3685 CEA/CNRS) – Paris-Saclay

Résumé :

Dans le contexte de la transition énergétique et du réemploi du bâti existant, l'étude des propriétés et des performances des matériaux anciens du patrimoine bâti est indispensable pour proposer des solutions de rénovation adaptées aux structures en place. Si ces solutions doivent répondre à la législation en vigueur, elles ne doivent pas pour autant altérer la valeur patrimoniale des édifices. Conserver le patrimoine immobilier répond aux enjeux environnementaux et énergétiques à la fois en termes d'ingénierie, mais aussi de préservation historique, de qualité paysagère et d'identité territoriale. Ce faisant, l'objectif de ces recherches vise à accroître la connaissance des matériaux du patrimoine industriel et à développer une méthodologie non destructive et non invasive destinée à évaluer les propriétés de matériaux d'édifices patrimoniaux tout en préservant leur structure, leur architecture, c'est-à-dire l'histoire des techniques constructives pouvant être lisibles tant à l'intérieur du lieu, qu'à l'extérieur. L'un des points forts de ces travaux réside non seulement dans la conjugaison de compétences entre institution académique/scientifique et entreprise privée/praticien (A-Corros), mais aussi dans leur caractère interdisciplinaire par le croisement de méthodes développées en ingénierie et en sciences du patrimoine.

Description du projet

1. Contexte et problématique

Le patrimoine industriel n'est plus seulement le témoin historique d'une époque, d'un style architectural ou d'un processus technique. Il recouvre un rôle actif dans la reconstruction du territoire, dont il est une des ressources, un trait d'union entre le passé, le présent et l'avenir. Au-delà des secteurs culturels et touristiques, les enjeux sont désormais d'ordre économique et écologique. Si la patrimonialisation ne dédouane pas le site industriel de son histoire passée, ni de son impact sur l'environnement, en revanche elle révèle un sens des responsabilités à l'égard du territoire par le traitement des lieux lors de leur valorisation. La reconversion du patrimoine industriel amène ainsi à renouveler les termes du questionnement.

Dans le contexte de la transition énergétique et de ses conséquences sur le bâti existant, il s'agit de mener une réflexion sur les propriétés structurelles métalliques des édifices industriels anciens dont la reconversion est un des défis actuels de nombreuses collectivités. Le nouveau paradigme écologique rend en effet de plus en plus pressant le développement de telles recherches, l'élaboration d'outils et l'invention de nouvelles méthodes visant à mieux connaître les matériaux et principes constructifs anciens ; à interroger la capacité de cet héritage bâti à servir les nouvelles exigences environnementales dans le respect de ses valeurs patrimoniales. Des travaux récents portant sur l'analyse des processus de reconversion du patrimoine industriel et sur le rapport instauré entre ce dernier et la transition énergétique, ont révélé une profonde méconnaissance de l'architecture industrielle (Gasnier, 2018). Faute de diagnostic fiable, cette méconnaissance peut aboutir à des solutions inadaptées, voire irréversibles, en matière de préservation patrimoniale. Face à ce constat et au regard de l'actualité internationale relative à la lutte contre le changement climatique, la question de la reconversion du patrimoine industriel en accord avec les enjeux culturels, énergétiques et environnementaux prend tout son sens, tout comme le fait de considérer désormais le cycle de vie complet des objets (ACV), bâtis ou non. La reconversion du bâti ancien recourt au réemploi, c'est-à-dire limite les impacts environnementaux par rapport à la construction neuve fortement émettrice de CO₂ notamment (fabrication des matières premières dont le béton, transport, etc.).

Enfin, il convient de rappeler que la problématique du développement soutenable dans le domaine architectural relève moins de la construction neuve, laquelle ne représente qu'1 % par an du renouvellement du parc immobilier, que de la gestion du bâti existant. Dans cette perspective, si les Monuments Historiques, classés ou inscrits, font l'objet d'une attention particulière, la situation est beaucoup moins sereine pour les édifices patrimoniaux plus ordinaires ou moins reconnus, mais faisant partie intégrante de l'histoire et de l'identité des territoires. Accroître la connaissance des métaux ferreux et l'évolution de ces derniers à travers le temps s'avère donc tout à fait indispensable.

Ce contexte particulier stimule la recherche. Il invite à affiner la connaissance des matériaux pour développer des solutions de rénovation adaptées et contribuant, de fait, à la réduction de l'empreinte environnementale et à la préservation patrimoniale et paysagère. Plusieurs enjeux recouvrent ce projet dédié à l'histoire de la construction, particulièrement dynamique depuis près de deux décennies dans la communauté scientifique internationale (Bernardi, Carvais et Nègre, 2020 ; Carvais, Guillerme et al. 2010 ; Sakarovitch, 2010). Ces enjeux sont d'ordre épistémologique, historique, patrimonial, environnemental et méthodologique.

2. Méthodologie

Articuler la recherche académique et scientifique à l'opérationnalité et à l'expérience de terrain acquise par certains praticiens est une des ambitions de la thèse. Le croisement de ces compétences complémentaires conjugué à l'interdisciplinarité entre les méthodes utilisées en ingénierie (résistance mécanique, analyse métallographique, analyse chimique, dureté, etc.) et celles déployées en sciences historiques et du patrimoine sont nécessaires pour avoir une approche holistique de l'objet, et accroître ainsi sa connaissance par rapport aux travaux existants. Un état de l'art sera, de fait, un préalable.

Au plan méthodologique, ces recherches seront l'occasion de réfléchir à la manière dont la documentation historique à travers Traités, manuels du XIX^e siècle et de la 1^{ère} moitié du XX^e siècle, archives écrites et iconographiques peut nourrir le domaine des matériaux anciens sous l'angle de l'ingénierie. L'un des objectifs sera de confronter cette documentation historique à l'apport du terrain et des analyses des structures métalliques effectuées sur site et/ou en laboratoire par les membres du consortium (IRAMAT, A-CORROS, NIMBE) auquel sera rattaché le ou la doctorante. Cette complémentarité des données peut-elle contribuer à faire évoluer les méthodes invasives menées sur les objets ? L'articulation de ces méthodes d'analyse propres aux différentes disciplines que sont l'histoire et l'ingénierie peut-elle permettre de développer une méthodologie non destructive souvent nécessaire au regard de la préservation des édifices et exigée par les architectes des Monuments Historiques ?

Le périmètre du projet portera sur l'analyse de matériaux métalliques d'un corpus de sites. Malgré la diversité typologique de l'architecture industrielle et de ses matériaux de construction, le choix scientifique de privilégier l'étude d'anciens ateliers ou halles à charpente métallique se justifie pour plusieurs raisons. Cette typologie architecturale est largement présente sur l'ensemble du territoire national, qu'il s'agisse de halles industrielles dédiées à la production et/ou transformation de produits manufacturés, mais aussi de halles relevant du patrimoine ferroviaire, ou encore des marchés couverts. Ensuite au regard du contexte de la lutte contre le réchauffement climatique dans lequel s'inscrit ce projet, questionner le concept de ces architectures initialement conçues pour être démontées et/ou déplacées n'est pas anodin. Une analyse historique et technique des principes constructifs de ces halles appréhendées dans leur cycle de vie complet, depuis les devis entre commanditaire et maître d'œuvre jusqu'à leur dernière implantation ou démembrement, en passant par l'histoire des matériaux et du chantier de construction, seront les questionnements posés dans le cadre de cet axe de recherche. Les registres de comptabilité des entreprises concernées recèlent parfois des informations extrêmement précises dans ces domaines. Les acteurs du chantier, l'origine d'approvisionnement des matières premières, leurs circuits, la fabrication et la circulation des matériaux de construction complèteront cette histoire technique et patrimoniale. Cette perspective de recherche s'inscrit dans le sillage des travaux de l'anthropologue Arjun Appadurai (Appadurai 1988, 2013). L'idée est d'enrichir les biographies culturelles des objets, par celle des matériaux, explorées récemment par la communauté scientifique en histoire des sciences et des techniques (Bensaude-Vincent et Loeve, 2018 ; Bert et Lamy, 2021 ; Ingold, 2018 ; Nègre, 2022).

3. Enjeux et résultats attendus

Au plan épistémologique, les attendus de ce projet sont de renouveler les approches traditionnellement menées sur le terrain et de faire évoluer le regard des bureaux de contrôle sur ces

matériaux pour une prise en compte plus adaptée. Il s'agit donc de développer une réflexion méthodologique et épistémologique sur les pratiques interdisciplinaires, sur les modalités de production et d'hybridation des savoirs en sciences du patrimoine, en archéologie industrielle, en archéométrie, en ingénierie ou encore en histoire, et identifier de nouvelles formes d'intersections entre les disciplines.

En effet à travers le cas d'un matériau constitutif du patrimoine industriel : le fer puddlé, l'objectif vise à saisir de manière diachronique l'expression normative de sa qualité. Aussi comme l'attestent ses usages passés, ce matériau présente un potentiel tout à fait intéressant pour servir les enjeux environnementaux contemporains et la reconversion des édifices de valeur patrimoniale. Or aujourd'hui, le réemploi des métaux ferreux implique des discussions majeures au sujet de leur compatibilité avec les normes actuelles compte tenu de leur ancienneté remontant au XIX^e et au début du XX^e siècles. Pourtant dès l'époque de leur mise en œuvre architecturale, ces matériaux firent l'objet d'une qualification normative comme en témoignent les sources (traités, cours). Dès lors à ce stade émergent plusieurs questions/axes auxquels ce projet de thèse entend répondre.

- 1- Discriminer les conditions de définition et d'élaboration des normes à l'époque de la construction de ces édifices anciens ;
- 2- Comprendre les conditions de production et la nature du matériau au regard de ces normes et du respect de leur conformité ;
- 3- Quelle est, aujourd'hui, l'adéquation entre la qualité du matériau ancien et les normes et usages contemporains dans le cadre du réemploi ?

Nous proposons d'aborder ces questionnements à partir d'un ensemble de sources historiques parmi lesquelles des Traités techniques de production et de construction (charpentes métalliques), des archives des cabinets d'ingénieurs conseil émergeant au XIX^e siècle, ou encore des enseignements dispensés dans les écoles d'ingénieurs au XIX^e et au début du XX^e siècle.

La force et l'originalité de ce travail résident dans l'intégration de ces recherches à dominante historique au sein d'un consortium interdisciplinaire (sciences du patrimoine, archéométrie, histoire, sciences de l'ingénieur), ainsi que dans le croisement de compétences entre praticiens (bureau d'étude A-CORROS notamment) et chercheurs (IRAMAT ; FEMTO-ST/RECITS ; NIMBE). Dans le domaine de l'architecture métallique ancienne, le frein au réemploi est l'absence de connaissance de l'évolution des caractéristiques des matériaux à travers le temps. D'aucuns considèrent ces caractéristiques comme moins robustes au fil du temps. C'est pourquoi, les analyses structurelles menées sur site combinées aux recherches historiques ambitionnent de répondre à ce sujet sensible en apportant des éléments d'analyse objectivés, en particulier sur le dimensionnement des structures et leur adaptation aux normes actuelles.

Parmi les résultats attendus : minimiser les prélèvements, développer des techniques non destructives, produire un diagnostic garantissant le réemploi de telle ou telle structure métallique au regard de ses propriétés et, ce faisant, préserver la valeur patrimoniale du lieu, l'histoire des techniques de construction. Il s'agit là d'axes de réflexion que cette thèse devrait éclairer grâce à l'interdisciplinarité et au croisement des compétences académiques et des bureaux d'étude.

Programmation et échéancier de la préparation doctorale

- Phase 1 (8 mois) : Etat de l'art ; dépouillement des sources d'archives ; séjours en bureaux d'étude assortis d'entretiens avec les patriciens du consortium autour des prélèvements ferreux et des résultats d'analyse de ces échantillons issus d'édifices industriels patrimoniaux.

- Objectif : constituer un double corpus :

- Archives /sources historiques ;
- Données analytiques des échantillons ferreux.

- Phase 2 (16 mois) : Confrontation, analyse et traitement des données collectées ;

- Phase 3 (12 mois) : Rédaction, présentation et valorisation des résultats dans le cadre de publications et colloques.

Insertion du projet dans les axes de recherche de RECITS

L'axe « histoire - histoire des sciences et des techniques » de l'équipe RECITS s'attache à saisir la multiplicité et la complexité des phénomènes technologiques. En resituant ces phénomènes dans le temps long, il vise à évaluer leurs conséquences sur les sociétés contemporaines.

Au sein de cet axe est développée une expertise sur le patrimoine industriel et technique, lequel prend la forme d'objets d'étude qu'il convient d'analyser, qu'ils soient matériels (architecture ; machines ; infrastructures ; objets techniques, etc.) ou immatériels (savoir-faire ; mémoire ; gestes techniques, etc.). Ce patrimoine est l'une de ces traces tangibles de l'industrialisation abordée à travers les processus de patrimonialisation, de reconversion des anciens lieux de l'industrie. Dans tous les cas, la réflexion sur ces objets est renouvelée grâce à un souci constant de les confronter aux enjeux contemporains que sont les transitions énergétiques et/ou numériques. Convoquer l'interdisciplinarité dans cette perspective est une invitation au renouvellement épistémologique, à sortir de cadres déjà bien balisés, telle est la philosophie de RECITS. Ce projet de thèse en est une illustration.

Partenariats et environnement scientifique

Le laboratoire principal d'accueil est situé à l'UTBM, sur le campus de Sevenans (90). L'environnement scientifique sera celui des équipes encadrantes FEMTO-ST/RECITS (UMR 6174) (Marina Gasnier) et IRAMAT (UMR 7065) (Phillippe Dillmann), ainsi que le LMC également situé à Sevenans - UTBM (Marion Berranger).

Par ailleurs, les journées d'études internationales « Patrimoine industriel et matériaux anciens au regard de la transition écologique », organisées par RECITS en collaboration avec IRAMAT, les 16-17 juin 2022 à Belfort, ont conduit à la constitution d'un Consortium de recherche dédié à ce thème. Dès lors, la thèse profitera d'un contexte stimulant avec des relations déjà nouées avec plusieurs partenaires parmi lesquels :

- A-CORROS Expertise (Jean-Bernard Memet et Marine Bayle, ingénieurs-docteurs), à Arles ;
- Archipat – agence d'architecture (Magalie Perrin, architecte du patrimoine), Lyon ;
- AREP filiale SNCF gares & connexions (Véronique Veston et Aurélie Lebredonchel, architectes du patrimoine), Paris ;
- ENSA Paris-La Villette (Karen Bowie, PU Emerite et Laurence Bassières, maître de conférences) ;

- Institut TRANSFORM – Haute Ecole d’ingénierie et d’architecture, Friburg (Stefanie Schwab, ingénieur-architecte) (Suisse) ;
- LMC-IRAMAT (UMR 7065) Sevenans – UTBM (Marion Berranger, CR CNRS)
- NIMBE-CEA – Paris Saclay (Delphine Neff, DR CNRS).

Bibliographie

Appadurai A. (1988), *The Social life of Things. Commodities in Cultural Perspective*, Cambridge, Cambridge university Press.

Appadurai A. (2013), *Condition de l’homme global*, Paris, Payot

Belhoste J.-F. ed. (1994), *La métallurgie comtoise : XV-XIXe siècles. Etude du Val de Saône., Inventaire général*, SPADEM, Paris.

Bensaude-Vincent B. et Loeve S. (2018), *Carbone. Ses vies, ses œuvres*, Paris, Le Seuil.

Bernardi Ph., Carvais R. et Nègre V. (dir.) (2020), *Aedificare. Revue internationale de la construction*, Paris, Garnier.

Bert J.-F et Lamy J. (2021), *Voir les savoirs. Lieux, objets, gestes de la science*, Paris, Anamosa

Bertholon R. (2000), *La limite de la surface d’origine des objets métalliques archéologiques, caractérisation, localisation et approche des mécanismes de conservation*. Paris I Sorbonne.

Carvais R. (2010), « Plaidoyer pour une histoire humaine et sociale de la construction », in Carvais R.,

Degrigny C., Dillmann P., Gaspoz C. and Neff D. (2022), « Exploitation and dissemination of MiCorr as a diagnostic support tool for heritage metals ». In *Diagnosis: Before, During, After. CONSERVATION* 360 pp. 357–369.

Dillmann P., Mazaudier F. and Hoërlé S. (2004), « Advances in understanding atmospheric corrosion of iron. I. Rust characterisation of ancient ferrous artefacts exposed to indoor atmospheric corrosion ». *Corros. Sci.* 46, 1401–1429.

Dillmann P., Perez A., Vega E., Arribet-Deroin D., Aranda R., L’Héritier M., Neff D. and Bellot-Gurlet L. (2012), « Understanding the Walloon method of iron refining: archaeological and archaeometric experiments, phase 1 ». *Historical Metallurgy* 46, 19–31.

Flemings M. C. and Ragone D. V. (2009), *Puddling: A New Look at an Old Process*. *ISIJ Int.* 49, 1960–1966.

Fruehan R. J. (1998), *Overview of Steelmaking Process and Their Development*. In *The Making, Shaping and Treating of Steel, 11th Edition Steelmaking and Refining Volume*

Fuente de la D., Díaz I., Simancas J., Chico B. and Morcillo M. (2011), Long-term atmospheric corrosion of mild steel. *Corros. Sci.* 53, 604–617.

Gale W. K. V. (1973), “The Bessemer Steelmaking Process”. *Trans. Newcom. Soc.* 46, 17–26.

Gasnier M. (2020), « De nouveaux horizons pour l’archéologie industrielle », *e-Phaïstos* [En ligne], VIII-2 | 2020, mis en ligne le 27 octobre 2020.

Gasnier M. (2019) « Réflexion épistémologique sur le patrimoine industriel. De la pluridisciplinarité à l’interdisciplinarité », *Revue d’Histoire des Sciences*, 72/2, p. 309-347

Gasnier M. (2018), *Le patrimoine industriel au prisme de nouveaux défis. Usages économiques et enjeux environnementaux*, Besançon, PUFC.

Gasnier M. et Ait Oumeziane Y (2016), « Les enjeux d’une recherche autour des matériaux du patrimoine industriel » (avec Y. Ait Ouméziane), *Patrimoine industriel*, 68, p. 22-25

Guillerme A., Nègre V. et Sakarovitch J. (dir.), *Edifice & artifice. Histoires constructives, congrès francophone d’histoire de la construction*, Paris, 2008. Paris, Picard.

Ingold T. (2013), *Faire : anthropologie, archéologie, art et architecture*, Paris, Dehors (éd. Française 2018)

Hœrlé S., Mazaudier F., Dillmann Ph. and Santarini G. (2004), “Advances in understanding atmospheric corrosion of iron. II. Mechanistic modelling of wet–dry cycles”. *Corros. Sci.* 46, 1431–1465.

Hošek J. and Pleiner R. eds. (2011), *The archaeometallurgy of iron: Recent Developments in Archaeological and Scientific research; dedicated to Professor Radomír Pleiner*, Inst. of Archaeology of the ASCR, Prague.

Kreislova K., Knotkova D. and Geiplova H. (2013), “Atmospheric corrosion of historical industrial structures”. In *Atmospheric corrosion of historical industrial structures*.

Le Coze J. (2008), Histoires de fontes. Entre le phlogistique et la plombagine: où situer la « fonte à l’oxygène »? *Comptes Rendus Chim.* 11, 772–787.

Monnier J., Burger E., Berger P. et al. « Localisation of oxygen reduction sites in the case of iron long term atmospheric corrosion » *Corrosion Science*, 2011, vol. 53, n° 8, p. 2468-2473.

Monnier J., Réguer S., Vantelon D. et al. « X-rays absorption study on medieval corrosion layers for the understanding of very long-term indoor atmospheric iron corrosion », *Applied Physics A*, 2010, vol. 99, n° 2, p. 399-406.

Neff D., Bellot-Gurlet L., Dillmann P., Reguer S. and Legrand L. (2006), "Raman imaging of ancient rust scales on archaeological iron artefacts for long-term atmospheric corrosion mechanisms study". *J. Raman Spectrosc.* 37, 1228–1237.

Neff D., Reguer S., Bellot-Gurlet L., Dillmann P. and Bertholon R. (2004), "Structural characterization of corrosion products on archaeological iron: an integrated analytical approach to establish corrosion forms". *J. Raman Spectrosc.* 35, 739–745.

Nègre V. (2010), « Pour une histoire technologique de l'architecture », in Carvais R., Guillaume A., Nègre V. et Sakarovitch J. (dir.), *Edifice & artifice. Histoires constructives, congrès francophone d'histoire de la construction*, Paris, 2008. Paris, Picard.

Nègre V. (2022), « Suivre les matériaux : une nouvelle orientation de recherche en histoire des techniques (XVIe-XXe siècle) », in Cardoso de Matos A., Fontana G.-L. et Nègre V. (dir), *Trajectoire des matériaux et des objets. Usages, transformations et réemplois*, Belfort, pôle éditorial UTBM/univ. Paris 1 Panthéon-Sorbonne

Rapport du GIEC (2022), Une nouvelle alerte face au réchauffement climatique

Sakarovich J. (2010), « L'histoire de la construction et l'histoire des sciences », in Carvais R., Guillaume A., Nègre V. et Sakarovitch J. (dir.), *Edifice & artifice. Histoires constructives, congrès francophone d'histoire de la construction*, Paris, 2008. Paris, Picard.

Vega E., Dillmann P. and Fluzin P. (2002), « Contribution à l'étude de fers phosphoreux en sidérurgie ancienne ». *Rev. Archéom.* 26, 197–208.

Wermiel S. (1993), "The Development of Fireproof Construction in Great Britain and the United States in the Nineteenth Century". *Construction History* 9, 1–13.

Echéance pour le dépôt des candidatures : **15 juin 2023**

Adresser lettre de motivation et CV à :

marina.gasnier@utbm.fr

philippe.dillmann@cea.fr

Pour toute information complémentaire, contacter :

marina.gasnier@utbm.fr

04 juillet 2023 : audition des candidats à l'ED SEPT, à Besançon.