



N° 47 | mai 2017



© CNRS / Nicolas Juy

Édito

de Patrice Bourdelais,
Directeur de l'InSHS

À l'heure où s'achève la troisième édition du salon Innovatives SHS, je souhaiterais revenir sur les grandes orientations de la politique scientifique de l'InSHS, dans lesquelles ce dispositif de transferts sciences/sociétés s'intègre [p2]

NOUVELLES DE L'INSTITUT

La prospective du Conseil Scientifique de l'Institut

Le CSI a, entre autres missions, celle de donner son avis sur les grandes orientations de la politique scientifique en Sciences Humaines et Sociales [p3]

À PROPOS

Les petites cartes du web

La profusion de cartes sorties à la suite des résultats de l'élection présidentielle témoigne de l'intérêt porté par un nombre d'acteurs toujours plus nombreux et variés pour la cartographie [p4]

TROIS QUESTIONS À...

Corine Defrance, sur la Fondation Alexander von Humboldt

Depuis près de 65 ans, la Fondation Alexander von Humboldt promeut la coopération scientifique dans toutes les disciplines entre des chercheurs d'excellence allemands et étrangers [p8]

VALORISATION

Réactiv-cité

La complexité du système climatique mêlée à celle des anthroposystèmes urbains engendre des incertitudes importantes à l'échelle locale et régionale [p16]

FOCUS

Techniques éditoriales et anthropologie des techniques : *Techniques&Culture* en 2017 [p6]

VIE DES RÉSEAUX

Pratique, mécénat et promotion des arts dans les familles aristocratiques romaines (1644-1740). Contribution des archives familiales à l'histoire des arts du spectacle à Rome [p10]

MÉTIER DE LA RECHERCHE

La plongée professionnelle au service de la recherche : le relevé architectural en milieu immergé [p13]

ZOOM SUR...

De la recherche sur l'innovation à l'innovation dans la recherche : focus sur le programme scientifique ambitieux d'une communauté interdisciplinaire [p19]

UN CARNET À LA UNE

The Recipes Project. Food, Magic, Art, Science, and Medicine [p34]

À SIGNALER

► 6^e Congrès du GIS Asie

26-28 juin 2017, Paris [...]

► 2^e Congrès du GIS Moyen-Orient et Mondes musulmans

5-8 juillet 2017, Paris [...]

LIVRE



De régals en dégôts - *Le naturalisme à table*, Carine Goutaland, Classiques Garnier, 2017. Les écrivains naturalistes accordent une attention inédite à la table qu'ils donnent à voir dans toute sa matérialité, heurtant la sensi-

bilité de leurs contemporains. En un temps où le discours gastronomique chante l'hédonisme modéré du mangeur bourgeois, la chère infecte et la dyspepsie font leur entrée en littérature [...]

voir toutes les publications

REVUE



La *Revue économique* a été créée en 1950, sous l'égide de l'École pratique des hautes études par un groupe d'universitaires appartenant au Collège de France et aux Facultés de droit et de lettres de Paris. Dès son origine, elle

s'est fixée pour objectif de publier des travaux originaux concernant tous les domaines de la recherche économique aussi bien théorique qu'empirique [...]

voir toutes les revues

PHOTO



Une visiteuse de l'exposition "Le Mystère Le Nain" au musée du Louvre-Lens utilise l'application Ronlat.

© Claire-Lise HAVET/Musée du Louvre-Lens/KONIK/© CNRS Photothèque



Édito

de Patrice Bourdelais
Directeur de l'InSHS

Chères et chers collègues,

À l'heure où s'achève la troisième édition du salon *Innovatives SHS*, je souhaiterais revenir sur les grandes orientations de la politique scientifique de l'InSHS, dans lesquelles s'intègre ce dispositif de transferts sciences/sociétés. Après plusieurs années d'élaboration et de discussion avec les instances internes au CNRS, un document sur la politique scientifique de l'InSHS du CNRS a été récemment adressé aux directeurs de nos unités. Il a également été [mis en ligne](#) et je vous encourage à le lire.

Il précise nos actions dans l'espace de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche français, ainsi que les plus-values portées par le CNRS. Parmi elles, bien entendu, nos collègues ingénieurs et techniciens (IT) et chercheurs. Les premiers — plus souvent ingénieurs d'études ou ingénieurs de recherche que dans les universités et les grands établissements — sont porteurs de savoir-faire particuliers et de spécialités pointues indispensables au développement des programmes de recherche dans les équipes. Les seconds présentent plus fréquemment que leurs homologues des universités des profils pluri-disciplinaires et, surtout, une réelle expérience internationale. Lors du concours qui s'achève, 70 % des nouveaux recrutés ont effectué un post-doc à l'étranger. Il s'agit vraiment d'une évolution indispensable à l'internationalisation de la recherche en SHS.

Au-delà des femmes et des hommes recrutés et affectés dans les unités, un certain nombre de dispositifs nationaux contribuent à un meilleur fonctionnement de l'ensemble : unités d'adossement des Très Grandes Infrastructures de Recherche (TGIR) Huma-Num et Progedo, contribution aux Maisons des sciences de l'homme (MSH), investissement dans l'Information scientifique et technique, en particulier dans le soutien aux revues, à leur présence dans les grandes bases internationales de référencement, aux plateformes mises en place par le [Centre pour l'édition électronique ouverte](#).

Le CNRS est également très attentif à la mise en œuvre de réseaux de recherche thématiques ou disciplinaires, nationaux ou internationaux.

La constitution et le renouvellement des unités mixtes de recherche (UMR) constituent aussi un élément fort de l'apport du CNRS à l'ensemble de la recherche en SHS. Aujourd'hui, afin d'aboutir à une visibilité internationale maximale de ses laboratoires, le CNRS privilégie les UMR qui se concentrent sur un nombre restreint de thématiques pour lesquelles elles disposent d'un véritable potentiel.

Enfin, le CNRS s'est fait le porteur de quelques priorités qui ont

fortement orienté toute sa politique en SHS depuis sept années. La première concerne les études aréales, dans lesquelles sa responsabilité est forte et dont la nécessité dans le monde d'aujourd'hui ne fait pas de doute. La deuxième soutient fermement les démarches de formalisation, quantification, modélisation et simulation, trop peu développées en France. La troisième promeut les recherches pleinement pluri et interdisciplinaires qui se situent à la frontière des connaissances actuelles. La quatrième concerne les recherches sur le genre et les inégalités, indispensables à la fois au progrès de la recherche et à l'évolution de notre société vers davantage de parité. Enfin, des thématiques plus spécifiques ont été soutenues depuis deux ans : les sciences sociales de l'éducation, celles des rapports entre sociétés et religions. Les recherches sur les comportements humains et sur la sécurité ont aussi été vivement encouragées. D'autres orientations sont en cours de structuration. À tous les niveaux, le premier souci a bien été de promouvoir toutes les mesures qui favorisent une internationalisation de la recherche dans nos disciplines, qu'il s'agisse du soutien à la traduction, à la diffusion, à la mobilité des doctorants et des collègues ou bien encore du renforcement de notre réseau d'unités à l'étranger qui constituent autant de points d'accueil et d'intégration pour les chercheurs en sciences humaines et sociales.

Patrice Bourdelais,
Directeur de l'InSHS

La prospective du Conseil Scientifique de l'Institut

Le Conseil Scientifique de l'InSHS (CSI) a, entre autres missions, celle de donner son avis sur les grandes orientations de la politique scientifique en Sciences Humaines et Sociales. Pour cela, il mène une réflexion de fond en étudiant l'évolution de nos disciplines et métiers. Il a, à ce titre, produit en septembre 2016 un [rapport de prospective](#) approfondi de plus de quarante pages centré sur quatre grandes thématiques qui lui ont paru importantes et qui font régulièrement l'objet de débats dans le cadre de l'Enseignement Supérieur et la Recherche. Relevant de plusieurs statuts (chercheur, enseignant-chercheur et ingénieur), de disciplines variées et d'institutions diverses, françaises comme étrangères, les membres du CSI se sont ainsi investis dans des enquêtes approfondies sur :

- l'impact à court et à long terme de la politique de site menée depuis quelques années par les instances dirigeantes des EPST, sur incitation du Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche (MENESR) ;
- la pratique de l'interdisciplinarité au sein des unités de recherche, des sections disciplinaires du Comité National de la Recherche Scientifique (CoNRS), de l'InSHS ou entre chercheurs et enseignants-chercheurs relevant d'unités de recherche appartenant à différents instituts du CNRS ;
- l'organisation des Humanités Numériques et les efforts faits et à faire dans l'investissement en moyens et personnels pour les développer et permettre à notre pays de rester compétitif dans ce domaine au niveau international ;
- les moyens de favoriser la visibilité des SHS françaises à l'international, en améliorant par exemple les aides à la traduction et les modalités des séjours à l'étranger.

Le CSI a souligné l'importance, pour maintenir une recherche de qualité, d'un soutien constant, voire d'un renforcement en personnels et en moyens de la part du CNRS et du MENESR. Il s'est efforcé de donner des pistes de réflexion et d'émettre des recommandations dont les principales priorités sont énoncées ci-dessous.

Pour continuer à faire du CNRS un opérateur national de la recherche, le CSI recommande de ne pas affecter les chercheurs en fonction de rééquilibrages géographiques globaux mais de favoriser la mobilité des chercheurs en n'affectant pas les nouveaux entrants là où ils ont préparé leur doctorat. Il invite à maintenir le niveau actuel de recrutement des chercheurs et des ingénieurs et techniciens (IT) face à l'érosion de ces dernières années.

Le CSI met en garde contre la logique à court-terme consistant à adosser les SHS uniquement à des « enjeux sociétaux » car il lui semble indispensable de préserver la recherche fondamentale. Il faut, selon lui, favoriser l'interdisciplinarité interne à l'InSHS par des appels à projet financés de type PEPS, renforcer les structures de recherche transversales et pluridisciplinaires que sont les Réseaux Thématiques Pluridisciplinaires (RTP), les Groupements de Recherche (GDR) et les Groupements de Recherche International (GDRI) en les appuyant sur des appels publics, ouverts et réguliers, et en associant les sections du CoNRS à leur évaluation, et préserver une majorité de postes totalement ouverts pour recruter des potentiels interdisciplinaires variés et novateurs. Il souligne qu'il faut accompagner d'une réflexion épistémologique

approfondie et vigilante, l'introduction des sciences cognitives ou comportementales en SHS.

Pour permettre une diffusion réflexive des Humanités Numériques, le CSI recommande de créer une nouvelle Commission interdisciplinaire (CID) « Méthodes expérimentales, données et modèles en SHS » touchant spécifiquement aux humanités numériques et approches expérimentales et de clarifier les profils « Humanités Numériques » en favorisant des compétences interdisciplinaires spécifiques. Il convient également de clarifier le rôle et les responsabilités des différents acteurs nationaux et d'assurer la transparence de la gouvernance des très grandes infrastructures de recherche (TGIR), mais aussi de soutenir la création d'espaces polyvalents de type *open-labs*, qui pourraient être inscrits prioritairement dans les Maisons des sciences de l'homme (MSH) qui se verraient dotées de moyens conséquents dont elles manquent aujourd'hui.

Enfin, le CSI recommande, afin de favoriser l'internationalisation en SHS, de maintenir le taux de recrutement des chercheurs étrangers, en tenant compte des spécificités des disciplines. Il lui semble pertinent de réaffecter une large partie du budget actuellement dévolu à l'aide à la traduction de cinq revues françaises à un fonds de soutien aux traductions d'ouvrage, d'assurer aux unités des crédits récurrents d'aide à la réécriture d'articles en langues étrangères, ainsi que de concevoir des formations spécifiques et de créer un nouveau métier IT en matière de soutien et d'incitation à la traduction.

Le CSI invite la communauté scientifique à s'emparer de ce travail prospectif.

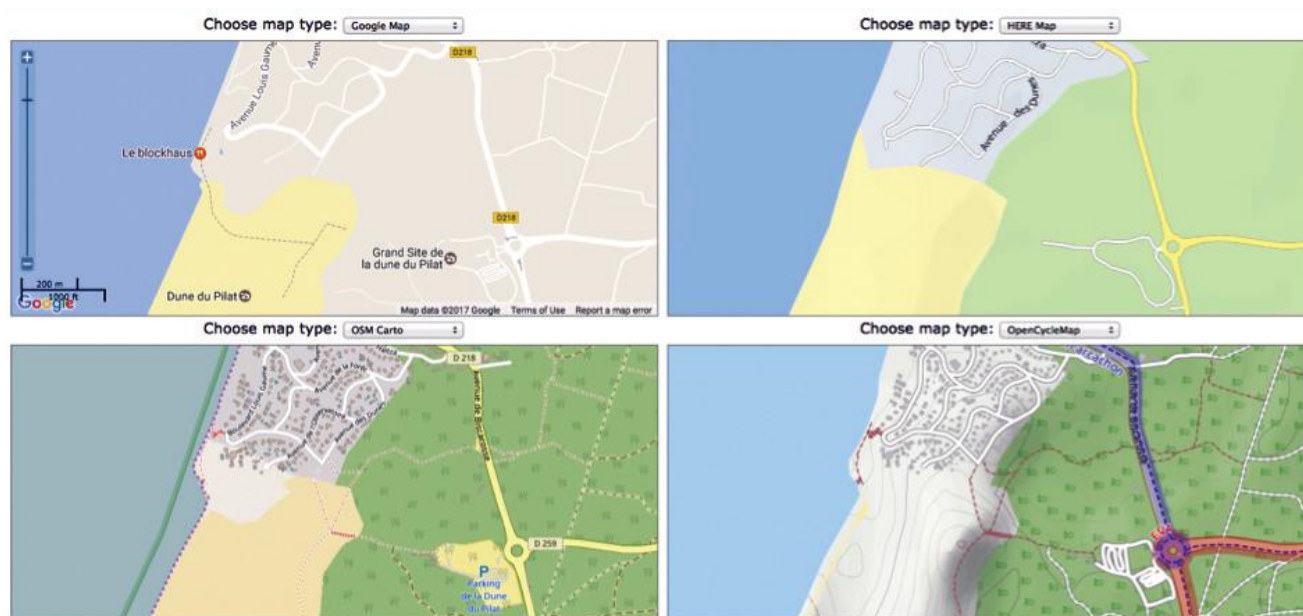
Bureau du **Conseil Scientifique de l'InSHS**

contact&info

- Cécile Michel, présidente du CSI
cecile.michel@mae.cnrs.fr
- Pour en savoir plus
<http://bit.ly/2r1SwPJ>

À PROPOS

Les petites cartes du web



La Dune du Pilat (33) représentée dans Google Map (en haut à gauche), Microsoft Here (en haut à droite), OpenStreetMap (en bas à gauche) et OpenCycleMap (en bas à droite). Source : <http://tools.geofabrik.de/mc>.

La profusion de cartes sorties à la suite des résultats de l'élection présidentielle témoigne de l'intérêt porté par un nombre d'acteurs toujours plus nombreux et variés pour la cartographie. Au côté des cartographes patentés et des data-journalistes¹, de multiples internautes ont produit et diffusé sur les réseaux sociaux « leur » cartographie des résultats de l'élection à l'échelle d'une agglomération, d'une région ou du pays, en agrégeant les données par commune ou par département, en proposant des aplats de couleurs, des anamorphoses ou des cartogrammes. Si la Présidente a offert un exercice cartographique stimulant, cette appétence pour la « mise en carte » s'explique également par l'accessibilité renforcée aux données et aux services en ligne. Ainsi, la mise à disposition rapide des résultats dans un format facilement ré-exploitable sur le [portail open data du gouvernement](#), associée aux multiples applications qui permettent désormais de géocoder (affecter des coordonnées géographiques à des données), discrétiser (découper en classe une série de variables quantitatives ou qualitatives) et représenter spatialement tout type de contenu ouvrent la cartographie bien au-delà du cercle des experts. Cette tendance s'observe depuis une décennie. En effet, depuis le 27 avril 2006, date de lancement de Google Maps en France, le paysage de la cartographie a considérablement évolué. Désormais omniprésent à travers la démultiplication des géoportails institutionnels, des moteurs de recherche cartographiques, des réseaux sociaux géolocalisés ou encore des plateformes communautaires de cartographie participative, l'information géographique sur le web est un bon marqueur des mutations culturelles associées au tournant numérique.

L'émergence du géoweb ou le succès de la carte sur Internet

La convergence des Systèmes d'Information Géographique (SIG) avec les Technologies de l'Information et de la Communication

(Internet et téléphonie mobile en particulier) et les systèmes de géolocalisation (GPS notamment) ont conduit à l'émergence de nouvelles modalités de fabrique de l'information géographique que traduit bien la notion de géoweb. Le *geospatial web* ou géoweb peut se définir comme l'organisation par l'espace de l'information sur Internet à travers un géoréférencement direct ou indirect sur la surface terrestre. Ce processus d'indexation spatiale de tout type de contenus informationnels (photos, vidéos, articles d'encyclopédie, dépêches d'agence de presse, etc.) permet non seulement d'explorer cartographiquement le monde par le web mais aussi d'explorer le web par le monde, en enrichissant, par exemple, les pratiques de mobilités par diverses informations en provenance d'Internet (horaires des transports en commun, historique des lieux traversés, présence de connaissances à proximité, etc.) à partir des technologies mobiles connectées. Tout un chacun peut désormais consulter, annoter ou croiser des données sur Internet en les référençant par l'espace et en les mobilisant à travers des interfaces cartographiques. Cela a conduit à l'apparition de nombreux usages spontanés dans le domaine culturel, artistique ou politique, et d'usages plus sollicités dans le domaine du géomarketing, des réseaux sociaux, des sciences participatives, de la gestion de crise, de la consultation citoyenne...

De multiples expressions sont apparues pour « capter » et qualifier ces recompositions. Michael Goodchild propose d'utiliser la notion de *Volunteered Geographic Information* (VGI)² comme un cadre fédérateur permettant de réunir sous un même vocable l'ensemble des démarches de création de contenus géolocalisés, bénévoles et spontanés qui fournissent aujourd'hui des données géographiques différentes des productions conventionnelles du secteur. Il postule alors que l'émergence de nouvelles formes d'expertise portées par des individus étrangers à l'expérience cartographique professionnelle est susceptible — en devenant des capteurs de leur environnement ou de leur propre activité — de

1. Le data-journalism (ou journalisme de données) est un mouvement visant à renouveler le journalisme par l'exploitation de données statistiques mises à la disposition du public. *The Guardian* est une des références en la matière.

2. Goodchild M. F. 2007, Citizens as sensors: the world of volunteered geography, *GeoJournal* 69 : 211-221.

renouveler les savoirs et pratiques géographiques. OpenStreetMap (OSM) en est l'exemple emblématique (Figure 1). Créée dès 2004, ce « wikipedia de la cartographie » compte près de 3,5 millions de contributeurs — plus ou moins actifs — qui alimentent une carte mondiale librement accessible. Au fil des années, la richesse de la base de données et la réactivité de sa communauté sont progressivement reconnues et OSM est désormais intégré à de multiples projets d'autorités publiques démontrant *de facto* la porosité croissante entre information géographique volontaire et institutionnelle.

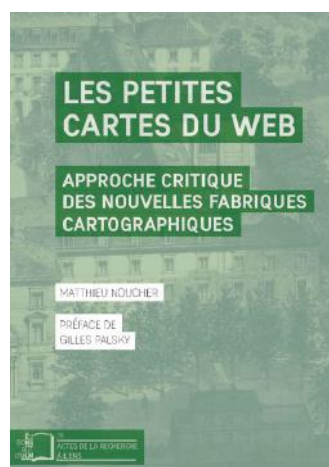
Les petites cartes du web comme enjeux de recherche

Le tournant numérique ne fait donc que renforcer l'effet de dispersion d'une production cartographique échappant aux mains des seuls experts de la carte. Cette diversification des acteurs de la production cartographique (des communautés issues du libre comme OpenStreetMap aux multinationales comme Google, en passant par le maintien des dispositifs institutionnels ou l'émergence de mouvements contestataires) génère une démultiplication de *petites cartes* devenues aujourd'hui centrale dans l'économie du web.

Pour en comprendre le fondement, il faut les envisager selon trois perspectives : historique, politique et technique. D'un point de vue historique, l'idée de petites cartes du web permet de marquer la rupture entre les grands récits cartographiques qui ont toujours guidé la discipline et l'émergence récente sur Internet de pratiques diffuses et exponentielles. L'expression permet également de souligner leur dimension politique. La politisation de ce qui est « petit » conduit ainsi à considérer les petites cartes du web comme des cartes mineures, c'est-à-dire produites en dehors des sphères institutionnelles ou commerciales dominantes. Elles donnent alors potentiellement la voix à diverses minorités et peuvent devenir des contre-cartes qui offrent des représentations alternatives de l'espace. À l'image des *subaltern studies*, il s'agit alors d'ouvrir l'étude des cartes sur des corpus aujourd'hui ignorés. Enfin, au niveau technique, en s'insérant dans les logiques éditoriales d'Internet, les petites cartes du web participent à un renouvellement des formes d'écriture géographique.

Ce nouveau régime de fabrique cartographique pourrait paraître anecdotique dès lors qu'il contourne la production officielle conventionnelle sans véritablement la supprimer. Or, il participe à une forme de (re)mise en ordre du monde. La mosaïque des *petites cartes* forme, en effet, le monde tout autant qu'elles nous forme. En tant que dispositif de représentation — même protéiforme — les *petites cartes du web* imposent un cadre normatif de mise en visibilité, elles ordonnent un point de vue sur le monde qu'il devient nécessaire d'étudier dès lors que leur diffusion est massive. Elles ne peuvent cependant être décrites exhaustivement ou classées en un ensemble méthodique. Les tentatives de typologie formelle pour décrire exhaustivement la combinaison des assemblages composites possibles n'aboutiraient qu'à une réduction drastique de leur richesse. Cette difficulté ne doit pourtant pas décourager toute entreprise d'analyse critique mais, au contraire, engager la voie de son renouvellement. Il est sans doute beaucoup plus complexe de déconstruire les dispositifs cartographiques actuels où s'entremêlent des sphères d'acteurs divers et où s'agrègent des technologies multiples, que les dispositifs d'antan où le pouvoir cartographique était détenu par quelques rares experts. Alors que la cartographie critique des années 80-90 était centrée sur un décryptage de l'autorité des

cartes et de leur caractère surplombant et dominant, s'ouvrent donc aujourd'hui de nouveaux défis pour la recherche, en particulier pour décrypter les processus d'appropriation sociale des petites cartes du web.



Chargé de recherche CNRS au sein de l'unité [Passages](#) (UMR5319, CNRS / Université de Bordeaux / Université Bordeaux Montaigne / Universosté de Pau et des Pays de l'Adour / Ecole nationale supérieure d'architecture et du paysage de Bordeaux - EnsapBx), Matthieu Noucher est l'auteur de *Les petites cartes du web. Approche critique des nouvelles fabriques cartographiques*, sorti en février 2017 aux Éditions de la rue d'Ulm, Presses de l'École normale supérieure (70 p.).

contact&info

► Matthieu Noucher,
Passages

Matthieu.NOUCHER@cnsr.fr

Techniques éditoriales et anthropologie des techniques : *Techniques&Culture* en 2017



Une revue de référence en anthropologie

Le premier numéro de *Techniques&Culture*, publié en 1976, s'ouvre sur ces mots de Robert Cresswell : « Le postulat de base, celui qui ne sera jamais mis en doute, est qu'il existe des rapports entre phénomènes techno-économiques et manifestations socio-culturelles ».

Il s'agissait alors, dans la lignée de Marcel Mauss, d'André Leroi-Gourhan ou d'Henri-Georges Haudricourt, de faire connaître les travaux de terrains et le programme de la technologie culturelle, alors innervée par les approches structuralistes et marxistes. À *Techniques&Culture*, l'histoire, l'anthropologie, la préhistoire initiaient de nouveaux programmes comparatifs dans lesquels les morphologies sociales s'étudiaient par les gestes, les temps de travail, l'efficacité sociale des techniques. Plus de 40 ans après les premières publications, la revue est devenue une référence en anthropologie et en archéologie et le postulat de Cresswell est toujours aussi pertinent : la place de la technique dans nos vies n'a, semble-t-il, jamais été aussi structurante et aussi débattue.

Si la revue a joué un rôle moteur dans la sphère intellectuelle, en étant un espace de controverse particulièrement tonique entre les démarches de François Sigaut, Pierre Lemmonier ou de Tim Ingold notamment, elle n'a cessé non plus de repenser ses formes éditoriales. Ce fut notamment le cas en 2006, lorsque Frédéric Joulian reprit la direction de la revue pour lui donner une orientation formelle originale, faisant de la revue papier un outil sensible

à même de favoriser un nouveau souffle interdisciplinaire et associant de nouvelles disciplines et de jeunes chercheurs en histoire de l'art, ethnoarchéologie, psychologie, éthologie, sciences, technologies et société. La revue passait alors du laboratoire éponyme à un réseau réunissant différentes communautés de chercheurs jusqu'alors séparés ou peu communicants.

Longtemps éditée par la FMSH (de 1983 à 2015), la revue a désormais rejoint les Éditions de l'EHESS et a radicalisé ses pratiques éditoriales en cherchant plus que jamais à repenser les modes de diffusion de la connaissance en sciences humaines et sociales.

Créer les conditions d'un débat

Il est banal de déplorer un appauvrissement du débat en SHS, dont témoignerait la diminution des comptes rendus et des droits de réponses demandés aux revues. Pour rendre au champ toute sa vigueur critique, la revue organise le débat en amont de chaque numéro. Les auteurs retenus à la suite d'un appel à contribution sont ainsi invités à se retrouver pour des journées de débats publics à Marseille, dans le cadre d'un partenariat entre l'EHESS et le Mucem. Chaque auteur présente ses intentions et son objet bien avant la rédaction même de l'article, ce qui est non seulement la condition d'une critique utile entre collègues, mais aussi une façon d'affirmer que le dialogue avec le public ne doit pas relever de la communication mais bien d'un processus d'écriture.



Une utopie documentaire

Celle-ci anime, depuis 2006, le rapport que la revue entretient avec l'image. Dans la mesure où, en contexte numérique, l'édition papier ne peut exister que grâce à ses qualités sensibles, la revue accorde une place (et une énergie) considérable aux images. Il s'agit en l'occurrence d'expérimenter avec les auteurs des pratiques d'écritures intégrant autant que possible la dimension iconographique, non seulement la photographie mais aussi, dans certains cas, la bande dessinée. Il s'agit en substance de promouvoir d'autres façons de raconter la connaissance, qui tiennent à égale distance l'illustration décorative et un triste logocentrisme venu d'un autre siècle.

Proposer différents formats d'écriture

Nos pratiques de lectures changent, se réalisent sur des supports toujours plus diversifiés, selon des temporalités très variées. D'un autre côté, avec la diffusion de l'image numérique et le développement des réseaux sociaux, les pratiques alternatives d'écritures scientifiques se sont multipliées, intégrant plus facilement les images prises sur le terrain, animées ou non, articulant formats courts (carnets d'Hypothèses.org et micro-blogging) et format long.

De fait, ces pratiques remettent largement en cause le canon de l'article à notes de bas de page tel qu'il est imposé au ^{XX}^e siècle. Pour accompagner et accentuer ce renouvellement des formes, la revue propose aux auteurs trois formats d'écritures :

- Des articles d'une quinzaine de pages, rédigés dans une langue non jargonnante, avec une iconographie soignée. Ces articles qui constituent le cœur de la revue papier doivent être compréhensibles en dehors des disciplines de leur auteur pour assurer la circulation des savoirs. Si l'on souhaite lutter sérieusement contre la segmentation de la connaissance, il nous appartient de créer des objets de connaissance, qui suscitent un désir de lecture au-delà de notre domaine de travail immédiat. C'est la vocation de ces articles.

- Par ailleurs, les auteurs peuvent rédiger un article sous une forme narrative originale et plus riche, généralement composée d'une vingtaine d'images. Il s'agit ici de proposer une lecture plus personnelle et plus sensible des données de terrain (ou des archives), en partant de la documentation.

- Enfin, les auteurs ont la possibilité d'écrire un article en ligne, en accès libre immédiat, en profitant autant que possible des opportunités que présente le média électronique. Ces articles

peuvent accueillir des ethnographies précises comportant de très nombreuses notes de bas de page, rédigées dans différentes langues, enrichies d'interviews ou de vidéos (la revue promeut l'usage de GIF animés par exemple) ou d'enrichissements sonores. Ces articles en ligne, qui permettent de développer dans toutes leurs épaisseurs, des objets complexes, font l'objet d'une synthèse de quatre pages dans la version papier de la revue.

Proposer différents formats d'écriture, favoriser l'usage savant de nouveaux média suppose une certaine pédagogie vis-à-vis de l'ensemble de la chaîne de production de la connaissance. Nous avons ainsi généré des procédures d'évaluations propres à chaque format, afin que les relecteurs (internes et externes à la revue) puissent accompagner aux mieux les auteurs dans ces modes d'écritures hors norme.

Socialiser la connaissance

Comment faire exister une revue en ligne, comment promouvoir la lecture du projet intellectuel que constitue un numéro, comment en somme dépasser la lecture utilitaire, article par article, moissonnée par mots-clés ?

Depuis plusieurs années déjà, l'accès aux données en ligne passe davantage par les réseaux sociaux que par les moteurs de recherche. Des récentes expériences menées par CNRS Images à partir de Petits Objets Multimédia (POM) ont montré qu'il était possible de toucher des publics qui n'auraient jamais accédé à ces travaux sans ce canal. En réalisant des films de cinq minutes par article, reliés entre eux sur le modèle d'une série, la revue expérimente ces derniers mois une forme de diffusion propre aux réseaux sociaux. Chaque vidéo se pense comme une excroissance, l'émanation d'un article scientifique (vers lequel elle renvoie directement), dans l'étrange monde des réseaux sociaux.

La multiplication des formats courts (en texte, en vidéo) ne doit pas être vue comme un appauvrissement : en redirigeant vers un article long, ils assurent les conditions d'une interdisciplinarité à l'usage de tous (et non de quelques privilégiés du savoir).

Un moment d'ouverture

On peut considérer le paysage éditorial scientifique comme un champ de ruines. On peut aussi penser qu'il n'a jamais été aussi riche dans sa production, diversifié dans ces formes, ouvert par ses intentions. Le bouleversement technique des quinze dernières années nous invite à repenser nos pratiques et interroger nos convictions. À ce titre, la refonte de *Techniques & Culture*, s'inscrit dans une conception du service public et du bien commun, qui considère que la connaissance ne doit pas se rencontrer seulement dans les bibliothèques universitaires, mais aussi en ligne sur les réseaux sociaux, en librairie, dans l'espace public des festivals et rencontres ou dans les Musées. Elle rend de fait toute sa richesse au mot « publication ».

Pierre-Olivier Dittmar (CRH) et Yann-Philippe Tastevin (LISST), rédacteurs en chef, Frédéric Joulian (CNE), ancien rédacteur en chef

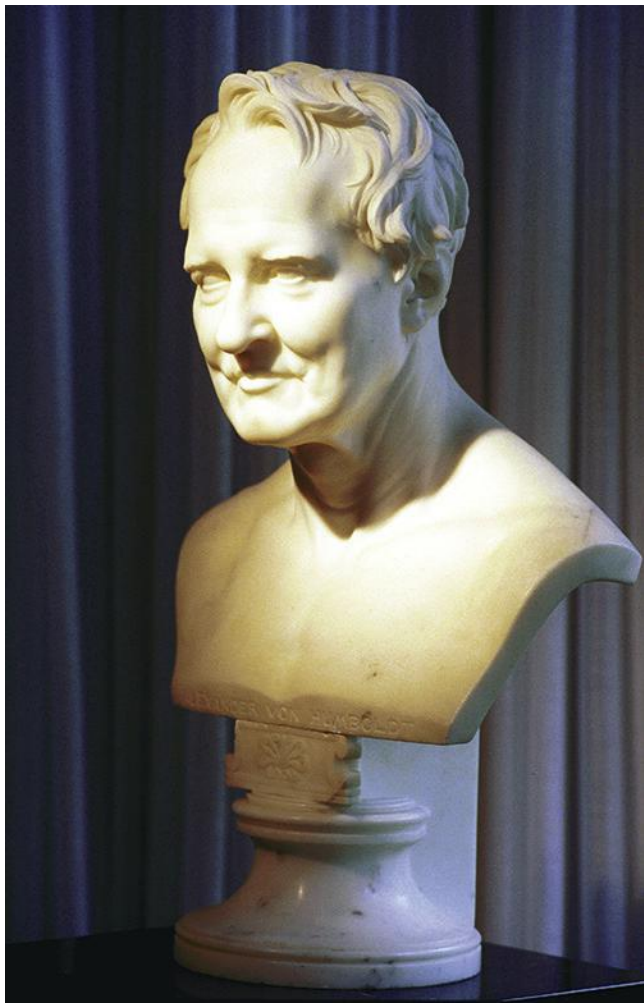
contact&info

- Rédaction de Techniques & culture
Centre Norbert Elias
techniques&culture@ehess.fr
- Pour en savoir plus
<http://tc.revues.org>

TROIS QUESTIONS À...

Corine Defrance, sur la Fondation Alexander von Humboldt

Directrice de recherche CNRS au sein de l'unité *Sorbonne-Identités, relations internationales et civilisations de l'Europe* (SIRICE, UMR8138, CNRS / Université Paris 1 - Panthéon-Sorbonne / Université Paris 4 Paris-Sorbonne), Corine Defrance est ambassadeur scientifique pour la Fondation Alexander von Humboldt. Pour l'InSHS, elle revient sur les missions de la Fondation et présente les dispositifs de bourses et de prix de recherche existants.



Buste d'Humboldt © Eric Lichtenscheidt

Quelles sont les missions et finalités de la Fondation Alexander von Humboldt ?

Depuis près de 65 ans, la Fondation Alexander von Humboldt promeut la coopération scientifique dans toutes les disciplines entre des chercheurs d'excellence allemands et étrangers. La Fondation encourage l'internationalisation scientifique et contribue à faire de l'Allemagne une plateforme de la recherche, renforçant sa place et sa visibilité dans la compétition globale. Aussi, chaque année, elle finance environ 2000 séjours de recherche dans des universités et institutions de recherche allemandes.

La Fondation et ses partenaires facilitent la recherche interdisciplinaire concernant les grands défis transnationaux que sont les ressources, le climat, la santé et le développement. De surcroît, elle apporte aussi sa contribution innovante à des domaines tels que ceux du marketing de la recherche et de la politique scientifique.

Avec d'autres organisations allemandes de recherche (DAAD, DFG, *Fraunhofer-Gesellschaft*), elle établit une coopération stratégique globale mettant en commun ressources et expertises, contacts et réseaux, afin de promouvoir à l'étranger, de façon ciblée, les atouts de l'Allemagne comme pôle scientifique et d'accroître la visibilité internationale de la recherche de pointe en Allemagne. Il s'agit encore de renforcer les coopérations internationales, la mobilité internationale des chercheurs et d'accroître le potentiel d'innovation. Tout cela conditionne la compétitivité et l'avenir du système de recherche allemand.

La Fondation Humboldt sert aussi la politique culturelle et éducative de l'Allemagne à l'étranger : elle promeut le dialogue culturel international et les échanges universitaires et scientifiques. Les « Humboldtiens » retournent chez eux avec une image précise de leur pays hôte, allant bien au-delà du seul champ de la coopération scientifique. Beaucoup d'entre eux deviennent ensuite des « ambassadeurs » de la Fondation, et donc un peu de l'Allemagne, dans leur propre pays. De retour chez eux, nombre d'anciens boursiers ou lauréats de la Fondation ne sont pas seulement des moteurs du développement scientifique. Souvent, ils s'engagent activement en matière politique et sociale et deviennent ainsi, à une autre échelle encore, des médiateurs franco-allemands.

Pour mener ses missions, la Fondation Alexander von Humboldt dispose d'un budget d'environ 116 millions d'euros annuel, financé par les quatre Ministères fédéraux des Affaires étrangères, de l'Education et de la Recherche, de la Coopération économique et du Développement, ainsi que de l'Environnement, de la Préservation de la Nature, du Patrimoine et de la Sécurité nucléaire. Un certain nombre d'autres partenaires nationaux et internationaux contribuent encore à son budget.

Pourquoi avoir créé un dispositif de bourses et prix de recherche ? Quelles en sont les spécificités et à qui s'adresse-t-il ?

L'échange scientifique international est au cœur de la mission de la Fondation. À cette fin, elle propose notamment plus de 700 bourses et prix de recherche par an. Comme l'indique le terme même d'échange, il s'agit d'un processus à double sens : d'une part, il s'agit de faire venir en Allemagne des chercheurs étrangers, travaillant sur des thématiques librement choisies et débattues avec leur hôte et partenaire en Allemagne (tout chercheur en poste dans une université ou institution de recherche en Allemagne peut accueillir un boursier étranger de la Fondation) ; d'autre part, des chercheurs allemands peuvent également profiter de son soutien (*Feodor Lynen Research Fellowship*) pour coopérer à l'étranger avec un ancien boursier de la Fondation. Une fois encore, il s'agit de promouvoir une recherche individuelle. La Fondation est en effet persuadée que, même au temps de la recherche par équipe, le talent et l'engagement des individus restent la clé de la réussite scientifique.

La Fondation propose toute une série de programmes, les uns destinés à des jeunes post-docs (doctorat soutenu depuis moins de 4 ans), les autres à des chercheurs expérimentés (doctorat soutenu depuis moins de 12 ans).

Elle offre aussi des prix et chaires généreusement dotés qui permettent à des chercheurs de développer leur projet dans la durée. Outre le [prix de la recherche Humboldt](#), signalons le [prix Sofja Kovalevskaja](#), qui récompense de jeunes chercheurs particulièrement talentueux, de toutes disciplines et ayant soutenu leur doctorat depuis moins de 6 ans. Le [prix de recherche Friedrich Wilhelm Bessel](#) et la « [chaire Humboldt](#) » s'adressent à des chercheurs expérimentés.

Les comités de sélection prennent leur décision de manière indépendante et exclusivement sur la base de la qualité scientifique des candidatures. Il n'y a aucun quota par pays ou champ disciplinaire.

Le réseau de la Fondation se compose de plus de 28 000 Humboldtiens (boursiers et anciens boursiers) de toutes disciplines dans plus de 140 pays dans le monde. Parmi les alumni, on compte 54 anciens prix Nobel. La devise de la Fondation est « Humboldtien un jour – Humboldtien toujours ». C'est pourquoi elle maintient des liens étroits avec ses alumni par une offre variée pour les accompagner tout au long de leur carrière scientifique. Notons que les anciens boursiers étrangers de la Fondation peuvent à leur tour accueillir dans leur pays et leur institution des chercheurs allemands.

Que pouvez-vous nous dire du profil des précédents lauréats français, et particulièrement des lauréats en sciences humaines et sociales ?

En 2016, la France, avec ses 33 lauréats, s'est placée au quatrième rang des pays partenaires de la Fondation, derrière les États-Unis (225), le Canada (37) et le Royaume-Uni (35). Au cours des cinq dernières années, les 673 Humboldtiens français (réseau des boursiers et anciens boursiers) se sont répartis disciplinairement de la façon suivante : 54 % pour les « *Natural Sciences* », 27 % pour les sciences humaines et sociales, 19 % pour les sciences du vivant et 7 % pour les sciences de l'ingénieur. Ainsi, les chercheurs français sont plutôt bien représentés en SHS, légèrement au-dessus de la moyenne globale (25 % des chercheurs étrangers relevant de ce champ disciplinaire).

L'analyse de la répartition disciplinaire montre que ces chercheurs travaillent principalement dans le champ des sciences historiques, de l'ensemble sciences sociales, économiques, politiques et juridiques, de la philosophie et des études littéraires. Viennent ensuite les sciences du langage, la philologie classique, l'histoire de l'art, la musicologie...

Au cours des cinq dernières années, sur les 32 chercheurs du CNRS ayant profité du soutien de la Fondation Alexander von Humboldt, 8 étaient issus de l'InSHS. En revanche, sur les 160 lauréats français de prix de recherche attribués par la Fondation, seuls 33 (à peine plus de 20 %) l'ont été en sciences humaines et sociales. Citons, parmi eux, Elisabeth Décultot, directrice de recherche au CNRS (littérature comparée), passée par le Centre Marc Bloch à Berlin, qui a obtenu une chaire Alexander von Humboldt en avril 2014 en littérature allemande moderne. Dans le cadre de ses séjours Humboldt, elle coopère ou a coopéré avec les universités de Halle-Wittenberg, Cologne et Berlin (Université Humboldt).

Il faudrait inciter les chercheurs français en SHS à faire acte de candidature au [prix Sofja Kovalevskaja](#), ouvert à toutes les disciplines (les deux lauréats français, jusqu'à présent, ont relevé de la physiologie et de l'astrophysique). Le prochain délai est fixé au 31 juillet 2017. Enfin, signalons que parmi les 35 collègues allemands bénéficiant d'une bourse Feodor Lynen et séjournant en France en janvier 2017, 6 sont des chercheurs en sciences humaines et sociales. Ce pourcentage (17,14 %) reste nettement plus faible qu'au niveau européen (20,7 %) ou même mondial (19,9 %), ce qui nous conduit à souhaiter que nos collègues français, alumni de la fondation, s'engagent davantage pour leur accueil dans nos laboratoires.

► Coordonnées de l'association Humboldt France :

Association Humboldt-France
Université d'Evry Val d'Essonne - UFR LAM
Boulevard Francois Mitterand
91025 Evry Cedex - FRANCE
Damien Ehrhardt, (+33-6) 98060342, dehrhardt@hotmail.fr
www.association-humboldt.fr/Site_AHF/Association.html

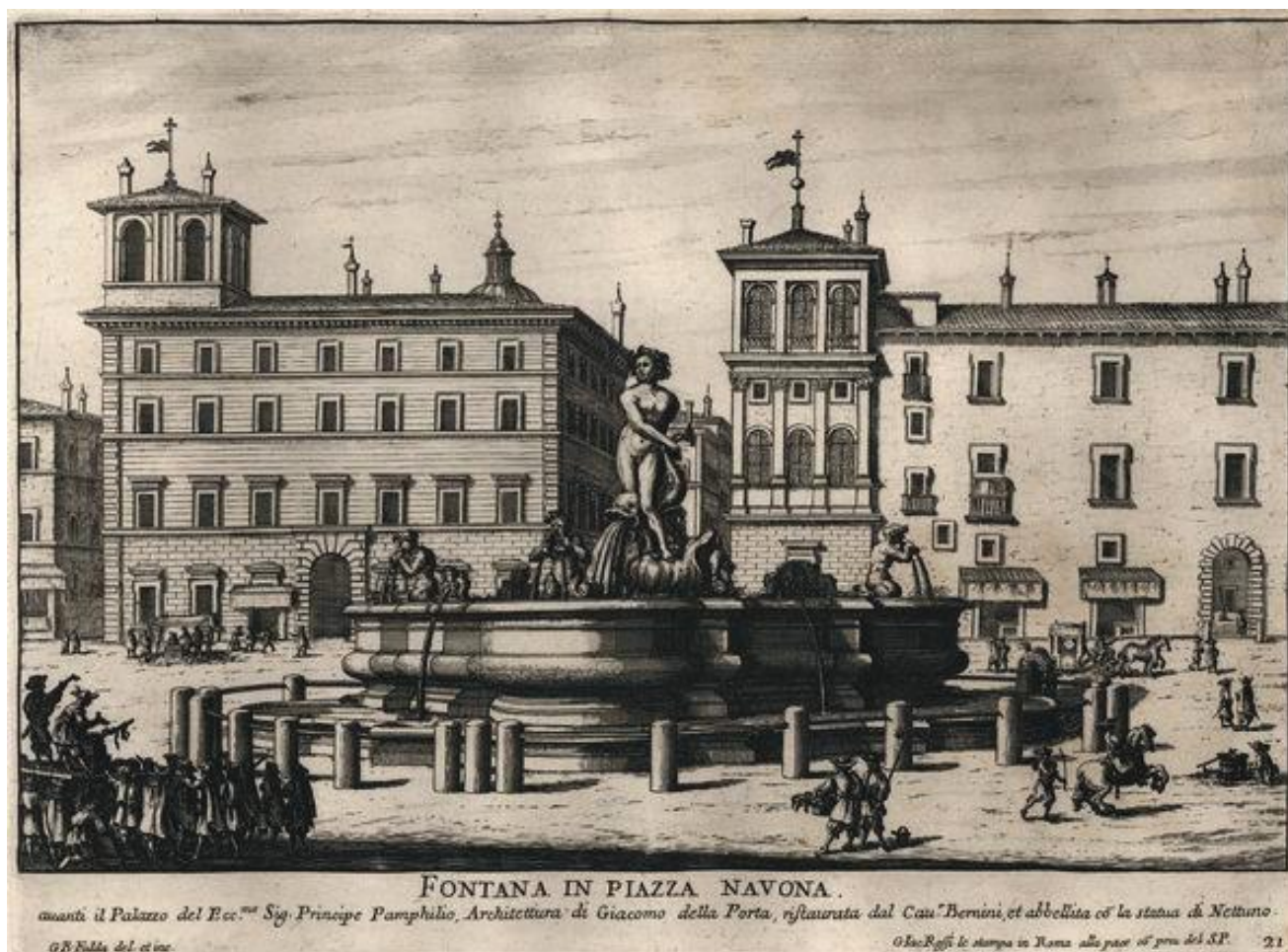
contact&info

► Corine Defrance,
Sirice / Fondation Humboldt
corine.defrance@wanadoo.fr

► Pour en savoir plus
<https://www.humboldt-foundation.de/web/home.html>

Pratique, mécénat et promotion des arts dans les familles aristocratiques romaines (1644-1740). Contribution des archives familiales à l'histoire des arts du spectacle à Rome

Dans le cadre du programme de recherche *PerformArt*, financé par l'*European Research Council* (Consolidator Grant) et hébergé par le CNRS, en partenariat avec l'*École française de Rome*, une équipe interdisciplinaire constituée de vingt-cinq personnes enquête depuis septembre 2016 dans les archives romaines. Anne-Madeleine Goulet, chargée de recherche CNRS au *Centre d'études supérieures de la Renaissance de Tours* (UMR 7323, CNRS / Université François-Rabelais de Tours / Ministère de la culture et de la communication) et directrice du projet, nous présente ici les perspectives de ce programme de recherche quinquennal.



Giovanni Battista Falda, *Fontaine place Navone*, gravure, 1684.
Au fond à droite, au sud de la place : le palais Orsini (aujourd'hui remplacé par le palais Braschi)
© Comune di Roma-Sovrintendenza Capitolina ai Beni Culturali-Museo di Roma, MR 19619

En août 1699, depuis le balcon du palais que l'on aperçoit dans la partie droite de la gravure ci-dessus, derrière la fontaine du Maure de Giacomo Della Porta, la princesse des Ursins donnait une sérénade, exécutée sur une scène construite pour l'occasion et interprétée par les meilleurs chanteurs de la chapelle pontificale¹. Selon ses dires, quelque vingt mille personnes étaient massées sur la place Navone afin d'assister à l'événement. Il s'agissait pour elle de célébrer avec éclat l'arrivée à Rome du nouvel ambassadeur de France, le prince de Monaco. L'investissement financier que supposait l'organisation d'un tel concert s'inscrivait dans une politique de prestige, destinée à renforcer l'image publique de la

famille Orsini, à laquelle la princesse française appartenait depuis 1675, date de son mariage avec le prince Flavio Orsini.

Les productions artistiques séculières des palais et des villas de villégiature de la noblesse romaine, comme celle que nous venons de mentionner, ont été beaucoup moins bien étudiées que la vie artistique de la cour pontificale, des principales églises ou des grands théâtres de la cité. Rome, centre de la chrétienté et capitale des États pontificaux, parsemée d'églises et d'institutions religieuses, fut pourtant aux XVII^e et XVIII^e siècles la scène de conflits et de rivalités intenses entre une vingtaine de grandes familles

1. Marie-Anne de La Trémoille (1642-1722), à la suite de son mariage avec Flavio Orsini, duc de Bracciano, francisa son nouveau patronyme en « des Ursins ».



Frascati, Villa Aldobrandini © Huub van der Linden



Palais Farnèse, École française de Rome, concert des chanteurs et instrumentistes de l'ensemble Faenza (dir. Marco Horvat), 5 décembre 2016 © Roxane Pauty et Marie Zago

aristocratiques qui surent employer les spectacles musicaux, théâtraux et chorégraphiques qu'elles organisaient pour marquer ouvertement leur positionnement politique.

La ville, qui accueillit deux reines, Christine de Suède dans la seconde moitié du ^{xvii}^e siècle, puis Marie-Casimire de Pologne à partir de 1701, était alors une capitale internationale des arts. Pour obtenir une image complète de la cité pontificale, il importe donc de prendre également en considération les pratiques artistiques de la société civile, lesquelles étaient appelées à une diffusion large, par-delà les frontières de la péninsule. Grâce aux connexions que de nombreuses familles entretenaient avec le reste de l'Europe, notamment par le biais des mariages, les activités artistiques de l'aristocratie romaine contribuaient en effet à la construction d'une identité culturelle européenne commune.

Outre le fait qu'il n'existe pas d'étude globale consacrée à l'histoire des arts du spectacle en contexte aristocratique à Rome, plusieurs lacunes marquaient notre champ d'étude et invitaient à lancer un chantier de grande ampleur. En premier lieu, l'histoire des arts du spectacle en Italie est un domaine d'étude très contrasté selon les villes étudiées. Si certaines villes, telle Florence, bénéficient d'une tradition vivace en recherches théâtrales, il n'en est pas de même pour Rome, la recherche s'étant surtout concentrée sur la performance, et en particulier sur la création contemporaine. En outre, nombreux sont les érudits de toutes disciplines qui ont enquêté dans les archives familiales romaines et qui en ont extrait les informations utiles à leur démonstration. Mais seule une approche globale peut permettre de restituer la société étudiée dans toute sa richesse. Or, de toute évidence, la plupart des spécialistes ont opté pour une approche fondée sur les grands hommes. Il suffit de survoler la recherche musicologique des trente dernières années pour constater que l'attention s'est focalisée sur des compositeurs majeurs tels que Pasquini, Corelli et Haendel, ou sur des mécènes comme Lorenzo Onofrio Colonna, Giovanni Battista Pamphilj et le cardinal Pietro Ottoboni. C'est pourquoi nous avons choisi d'étudier un milieu, et non des individus, suivant ainsi l'exemple des recherches récentes en histoire de l'art. Enfin, il n'existe pas d'étude scientifique consacrée à la Rome baroque qui envisage ensemble musiciens, comédiens et danseurs. Pourtant, cette co-existence du théâtre, de la musique et de la danse, qui atteste un mécénat extrêmement diversifié, caractérisait l'engagement culturel de nombreuses familles romaines.

C'est pour enrichir notre connaissance de l'histoire du spectacle à Rome au sein des élites romaines entre 1644 et 1740 à partir de l'abondante documentation, encore largement inexplorée, que constituent les archives de onze familles importantes de la haute aristocratie que le projet [PerformArt](#) a été conçu et développé. Cette base documentaire, qui peut paraître extrêmement large, est absolument nécessaire afin d'apprécier la diversité des situations et de les comparer entre elles. L'étude concerne une période relativement négligée de l'histoire de la cité pontificale : de la mort du pape Urbain VIII (Maffeo Barberini) en 1644, à la mort d'un des plus grands mécènes de l'époque, le cardinal Pietro Ottoboni, qui marqua la fin de l'époque du népotisme².

Liste des familles retenues pour l'enquête

- ▶ les Aldobrandini,
- ▶ les Borghese,
- ▶ les Caetani,
- ▶ les Chigi,
- ▶ les Colonna,
- ▶ les Lante Della Rovere,
- ▶ les Orsini,
- ▶ les Ottoboni,
- ▶ les Pamphilj,
- ▶ les Ruspoli
- ▶ les Sacchetti.

Notre projet, qui souhaite ne pas séparer l'histoire des spectacles de ses enjeux sociaux et politiques, s'inscrit dans un climat historiographique extrêmement stimulant. Il bénéficie en effet d'un tournant majeur dans les travaux consacrés aux noblesses italiennes, survenu au cours des années 1980³ : l'adjonction, à l'histoire des comportements économiques et des choix politiques de la noblesse, de la prise en compte de ses pratiques sociales, étudiées dans une perspective qui confine à l'anthropologie culturelle. Une telle étude permet d'approfondir le rôle des arts dans la vie quotidienne des élites, d'éclaircir les conditions et les motivations de leur mécénat et d'évaluer l'importance des arts dans les processus de construction identitaire de ces grandes familles. Cette approche enrichit notre connaissance des mécanismes à l'origine de la créativité artistique ; sa dimension patrimoniale est forte puisqu'elle permet d'exhumer textes et partitions ; elle fait

2. Ce terme désigne la façon dont le souverain pontife profitait de sa fonction pour favoriser les membres de sa famille.

3. Boutier J., Marin B. 1998, Regards sur l'historiographie récente de l'Italie moderne, dans *Revue d'histoire moderne et contemporaine*, 45/1 : 7-14.

enfin surgir une nouvelle vision de l'artiste et de son statut en mettant en lumière les parcours géographiques des artistes, la construction de leurs carrières et l'évolution de leur statut entre attache aristocratique et indépendance, dans un système social, économique et politique singulier.

L'enquête, qui se déroule dans cinq institutions archivistiques romaines et dans une villa privée à Frascati⁴, repose sur des documents de nature très diverse, qui vont des documents comptables aux correspondances privées, des journaux aux documents notariés, aux livrets et aux partitions musicales. L'ensemble des données récoltées dans les archives est progressivement rassemblé au sein d'une base de données relationnelle qui permet d'indexer les documents, les personnes, les œuvres, les lieux, les collectivités, les objets et les événements, et qui offre diverses exploitations possibles des données — prosopographies, visualisation des réseaux, catalogue des sources, statistiques, arbres généalogiques, cartes, chronologie des activités artistiques, etc. Au terme du projet, l'ensemble des données pertinentes de la base sera mis à la disposition du grand public dans le cadre d'un site Web dynamique.

Notre dispositif d'enquête allie une démarche comparatiste privilégiant la synchronie et une étude des changements et des évolutions, dans une perspective cette fois diachronique. Il repose sur la collaboration méthodique de plusieurs archivistes spécialisés et de chercheurs issus de disciplines diverses et complémentaires, venant de France, d'Italie, du Portugal, d'Espagne, de Hollande, de Belgique et d'Allemagne.

Scandé par une série de rencontres, pour la plupart publiques, dont le [calendrier](#) est disponible en ligne, le projet PerformArt verra ses résultats publiés dans un numéro spécial des [MEFRIM](#) de l'École française de Rome ainsi que dans un ouvrage collectif chez Brepols. En lien avec [CNRS Images](#), un documentaire sera réalisé en 2020.

Le 6 décembre dernier, un [concert](#) organisé par l'équipe PerformArt s'est déroulé dans le salon rouge de l'École française de Rome, au palais Farnèse. L'ensemble de musique ancienne [Faenza](#), dirigé par Marco Horvat, a redonné vie, pour la première fois depuis le ^{xvii}e siècle, aux quinze madrigaux contenus dans un recueil d'Ercole Bernabei (1622-1687), publié en 1669 et dédié au prince Flavio Orsini : le *Concerto madrigalesco a tre voci diverse*. Ce compositeur, profondément intégré dans la vie musicale romaine de l'époque, était alors maître de chapelle de l'église Saint-Louis des Français et fréquentait de nombreuses maisons princières, comme celles des Rospigliosi, des Chigi ou des Barberini. Il était lié en particulier au milieu francophile romain, dont Flavio Orsini, évoqué au début de cet article, était le chef de file. Bernabei nous apprend, dans la dédicace de son recueil, que son *Concerto* avait d'abord été joué dans la chambre de Flavio Orsini, avant de connaître les honneurs de l'impression. Faire résonner ses madrigaux dans le salon de l'École française de Rome au palais Farnèse, c'était restituer à ce répertoire un environnement acoustique adéquat ; c'était aussi illustrer une pratique musicale singulière, emblématique de la Rome de l'époque, où l'absence d'une cour centralisée favorisait la multiplication des cours princières et cardinalices et, ce faisant, offrait des espaces de liberté et de création.

Ce concert est un exemple probant du résultat auquel l'investigation en archives peut conduire l'équipe de PerformArt. Karine Le Bail, chercheuse au CNRS et productrice à *France Musique*, a récemment évoqué le travail effectué pour rendre ce concert possible dans un numéro de son émission, [Un air d'histoire](#), dédié au « Voyage en Italie. De Paris à Rome, musique et galanterie au ^{xvii}e siècle » (22 janvier 2017, disponible en [podcast](#)).

La comparaison que nous entendons mener entre les onze cas d'étude retenus devrait transformer notre conception des modes de performance et de sociabilité à Rome, et, plus largement, dans l'Europe du ^{xvii}e et du ^{xviii}e siècle. Grâce aux réseaux familiaux et politiques dans lesquels les familles aristocratiques romaines étaient intégrées, ces pratiques connurent une diffusion dans l'Europe entière et contribuèrent à renforcer l'idée selon laquelle les arts constituaient un instrument puissant de communication entre les cultures, une idée qui continue de résonner aujourd'hui.



Rome (place Navone), Équipe scientifique et administrative de PerformArt, 6 décembre 2016 © Franco Bruni

contact&info

- Anne-Madeleine Goulet, CESR
amgoulet3@gmail.com
- Pour en savoir plus
<http://www.cesr.cnrs.fr>
<http://performart-roma.eu/it/>

4. Archivio di Stato di Roma, Archivio Storico Capitolino, Archivio della Biblioteca Apostolica Vaticana, Archivio Segreto Vaticano, Fondazione Caetani. L'Archivio Aldobrandini est, lui, conservé à Frascati, dans la villa qui appartient toujours à la famille.

MÉTIERS DE LA RECHERCHE

La plongée professionnelle au service de la recherche : le relevé architectural en milieu immergé

Laurent Borel est architecte, ingénieur de recherche au CNRS, chef de plongée scientifique (CPS) du CNRS et responsable du service plongée du Centre Camille Jullian (CCJ, UMR7299, CNRS / AMU / Ministère de la culture et de la communication). Pour l'InSHS, il explique comment la plongée vient en support de ses travaux de recherche.

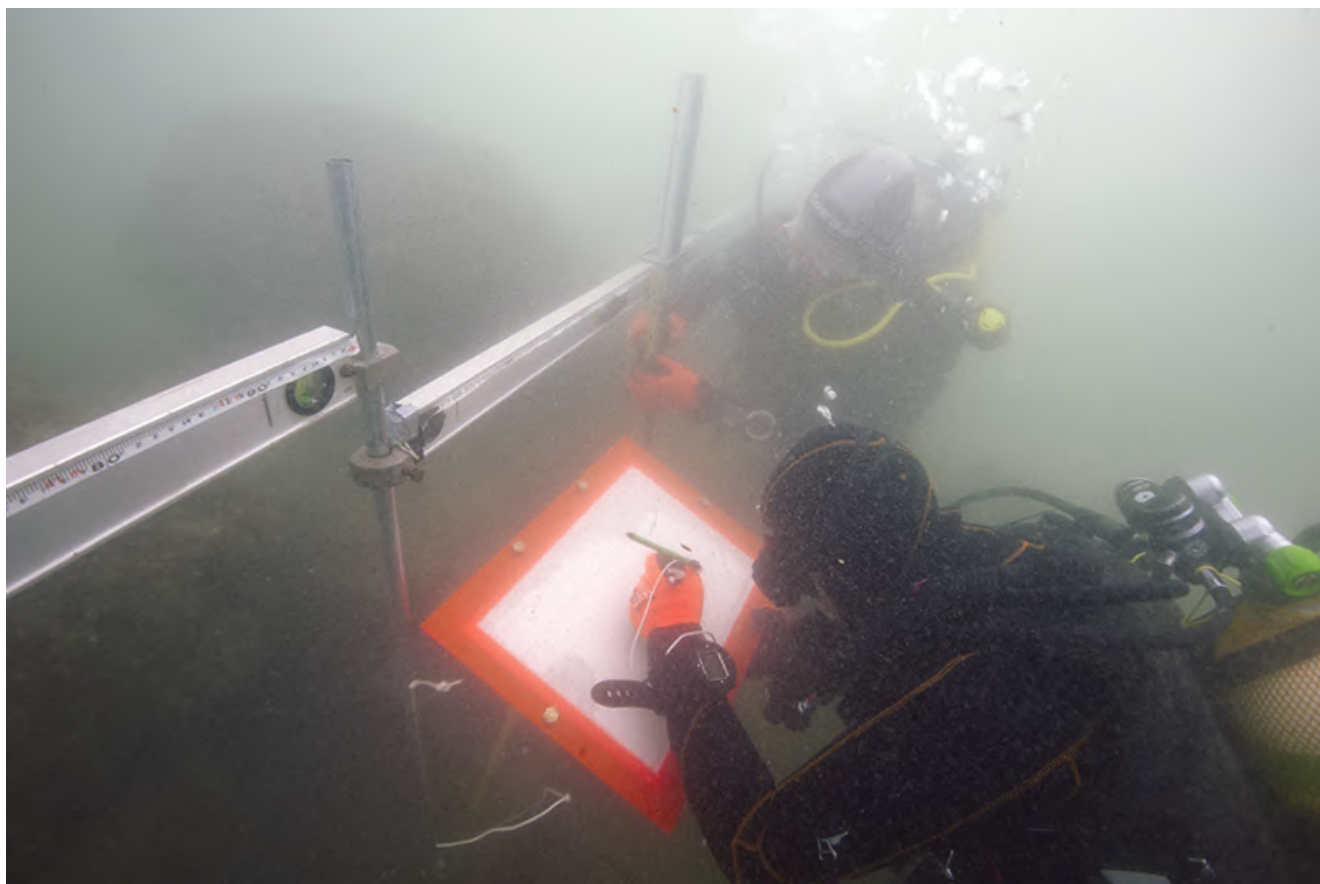


Figure 2 : Sous la supervision de Laurent Borel, session d'apprentissage au relevé architectural des étudiants du Master MoMArch sur le chantier-école de Fos-sur-Mer. © Loïc Damelet, Centre Camille Jullian.

L'essor de la plongée et la diffusion de cette pratique au sein de certaines disciplines scientifiques sont étroitement liés aux avancées du développement du scaphandre autonome. Les premiers prototypes de ces équipements, qui ont permis aux plongeurs de s'affranchir d'une liaison physique avec la surface, remontent au milieu des années 1930. À peine plus d'une décennie plus tard, des progrès importants sont opérés avec notamment la commercialisation des détendeurs. Au sein de la communauté scientifique, des chercheurs entreprendront pour la première fois de se former à la plongée, dans les années 1950, dans la perspective d'étendre le champ d'investigation de leur discipline¹ au milieu sous-marin et subaquatique. Trente ans plus tard, la plongée pro-

fessionnelle se structure et l'Institut national de plongée professionnelle est créé en 1982.

Au Centre Camille Jullian, la plongée professionnelle, utilisée à des fins scientifiques, est pratiquée par un grand nombre de chercheurs et de techniciens, plus particulièrement dans l'un des axes de recherche du laboratoire. Cet axe, à ce jour dénommé « La mer : navires, espaces portuaires, ressources, échanges » et qui deviendra « La mer en partage » dès 2018, lors du prochain programme quadriennal, porte sur l'archéologie navale, l'archéologie des échanges maritimes et l'archéologie portuaire et des espaces littoraux, entre autres. Du fait qu'une majeure partie

1. Pour l'histoire de la plongée scientifique en biologie marine, voir : Jacquet S. 2013, *L'histoire de la plongée scientifique en scaphandre autonome en France* [consulté le 20 avril 2017].

Pour une rétrospective de 30 ans d'évolution de l'archéologie sous-marine, voir : Hulot O. 2013, « Archéologie sous-marine française : retour sur 30 années d'évolution de la discipline », in Cérino C., L'Hour M., Rieth E. (éds.) 2013, Actes du colloque « Archéologie sous-marine et patrimoine : des pratiques aux enjeux de médiation, Lorient du 3 au 6 juin 2009 », *Archéologie sous-marine : Pratiques, patrimoine, médiation*, Presses universitaires de Rennes, pp. 59-76.

En dernier lieu, pour une vision d'ensemble sur les aspects techniques, juridiques, administratifs et scientifiques de l'archéologie sous les eaux, voir : Cérino C., L'Hour M., Rieth E. 2013, *Archéologie sous-marine : Pratiques, patrimoine, médiation Actes du colloque international, Lorient, 3-6 juin 2009*, Presses universitaires de Rennes.



Figure 1 : À bord de l'André Malraux, navire du Drassm, derniers préparatifs de deux plongeurs avant l'immersion dans les eaux du Golfe du Fos.
© Loïc Damelet, Centre Camille Jullian

des sites archéologiques étudiés se situe en milieu immergé, les plongeurs participant à cet axe, qu'ils soient archéologues, architectes, photographes, topographes, etc., sont tous titulaires d'un certificat d'aptitude à l'hypébarie². Équipés d'un scaphandre autonome (Figure 1), ils peuvent alors exercer leur métier et mettre en œuvre leurs compétences dans les eaux des espaces maritimes, fluviaux et lacustres.

Mais revenons à l'archéologie portuaire et des espaces littoraux pour nous focaliser sur l'intervention de l'architecte dans ce domaine de la recherche. Sous l'eau et en bordure de rivage, c'est principalement à cette interface, entre la terre et la mer, que l'on recense le plus souvent des vestiges de structures bâties. De la plus modeste installation — telle qu'un aménagement défini par une organisation de pieux — à des ensembles architecturaux monumentaux ou encore à des structures portuaires complexes, une riche diversité d'aménagements anthropiques reste encore à étudier dans biens des cas. L'un des volets du programme collectif de recherche *Fossae Mariana*³ : le système portuaire antique du Golfe de Fos et le canal de Marius³, comporte plusieurs opérations d'investigations archéologiques. Parmi celles-ci, figure la reprise des fouilles archéologiques sous-marines⁴ dans le Golfe de Fos, à l'emplacement supposé de l'avant-port d'Arles.

Pour conduire les études architecturales qui lui sont confiées, l'architecte doit, comme tous les autres participants à un chantier archéologique sous-marin, adapter ses méthodes et son savoir-faire à l'environnement et au milieu dans lequel il intervient⁵. Afin

de pouvoir établir la documentation graphique et décrire les vestiges architecturaux visibles ou mis au jour par les archéologues lors des opérations de fouille, il doit être en mesure d'observer et de relever les structures bâties, objet de son étude. Pour ce faire, il fait appel aux techniques traditionnelles du relevé en prenant garde d'utiliser du matériel adéquat, qu'il est parfois nécessaire de façonner ou d'adapter. Doté d'une tablette à dessin munie d'un système permettant aisément⁶ le changement du calque polyester qui sert de support à son relevé, tout en restant immergé, l'architecte dessine et consigne, à l'aide d'une mine de plomb recouverte d'une gaine thermorétractable, les structures architecturales, cherchant à les comprendre, à les interpréter, voire à les restituer quand l'étude le permet. Mètre et décimètre en matière plastique, profondimètre et niveau à bulle complètent et constituent l'essentiel du matériel qu'il transporte dans son filet. Les repères horizontaux, utiles à la construction du relevé, sont matérialisés par des règles en aluminium fixées sur des piquets solidement implantés dans le fond marin (Figure 2).

Sur les sites terrestres aujourd'hui ennoyés, dont la profondeur du chantier se situe entre le trait de côte et 2 à 3 mètres d'eau, comme c'est le cas des vestiges du port antique de Kyllene⁷ en Grèce, le positionnement et le levé des structures architecturales peut être alors réalisé à l'aide d'un tachéomètre stationné sur le rivage. Pour des sites situés à une profondeur plus importante, jusqu'à environ 5 mètres d'eau, le recours à la topométrie est utilisé pour le positionnement⁸ des points d'appuis des relevés par photogrammétrie rapprochée (Figure 3).

Cette technique, basée sur la mise en correspondance d'images par appariement dense, permet de passer d'une « réalité géométrique » à un nuage de points tridimensionnels virtuel (Figure 4). Les images utilisées pour l'acquisition des structures architecturales conservées sont des photographies en haute définition réalisées à l'aide d'un appareil photographique numérique disposé, le cas présent, dans un caisson étanche. Le nuage de points ou modèle 3D obtenu permet, au moyen de la reconstitu-

2. Voir l'encadré ci-dessus.

3. Ce programme est placé sous la responsabilité scientifique de Souen Fontaine, Département des recherches Archéologiques Subaquatiques et Sous-Marines (Drassm), Centre Camille Jullian, et sous la co-responsabilité de Corinne Rousse, AMU, Centre Camille Jullian, Mourad El Amouri, Ipso Facto et Frédéric Marty, Pôle intercommunal du patrimoine culturel Ouest Provence (PIPC Ouest Provence).

4. Ces opérations servent de support au chantier-école du *Master MoMArch*, master labellisé par la Fondation universitaire A*MIDEX d'Aix-Marseille Université.

5. Rieth E. 2013, « La formation en France des archéologues-plongeurs des milieux maritimes, fluviaux et lacustres », in Cérino C., L'Hour M., Rieth E. (eds.) 2013, Actes du colloque « Archéologie sous-marine et patrimoine : des pratiques aux enjeux de médiation, Lorient du 3 au 6 juin 2009 », *Archéologie sous-marine : Pratiques, patrimoine, médiation*, Presses universitaires de Rennes, pp. 43-54.

6. On doit le prototype de cette tablette à dessin à Isabelle Hairy, alors architecte au Centre d'études Alexandrines.

7. Certains membres de l'équipe participent à ce chantier dans le cadre d'une collaboration entre le Centre Camille Jullian, le *Finish Institute* et l'Université de Patras.

8. La procédure de positionnement est élaborée et développée par Vincent Dumas, archéologue et topographe du Centre Camille Jullian. Elle est appliquée à de nombreux autres chantiers, notamment sur les épaves étudiées par Giulia Boetto.

Voir : Dumas V., Groscaux P., Boetto G. 2015, « Application de la photogrammétrie en archéologie navale », *Revue d'histoire maritime* 21 : 127-156.



Figure 3 : Levé topographique préparatoire au relevé par photogrammétrie rapprochée des structures architecturales de l'Anse de Saint-Gervais, chantier-école de Fos-sur-Mer.
© Loïc Damelet, Centre Camille Jullian

tion virtuelle de la géométrie et des textures des objets de la scène, d'élaborer une grande variété de représentations et de documents : sections, courbes de niveaux, orthoimages⁹, maillages texturés, calcul des volumes, etc. (Figure 5). Tous ces produits, issus du levé par photogrammétrie rapprochée, permettent de mieux comprendre et appréhender l'objet étudié tout en facilitant l'établissement des représentations normalisées telles qu'elles sont définies par les conventions du dessin géométral : plans, coupes, élévations, etc.

L'ensemble de la documentation constituée en immersion — caractéristique propre aux études architecturales réalisées sur des sites en milieu immergé — sert de base à la réflexion des travaux de l'architecte qui intervient dans le domaine de l'archéologie. Elle conduit parfois, quand le processus de l'analyse scientifique le permet, jusqu'à la restitution graphique des bâtiments étudiés. Sans cette incursion sous-marine, rendue possible grâce à la plongée, c'est toute une partie de notre histoire qui échapperait à nos travaux de recherche et donc à notre connaissance.

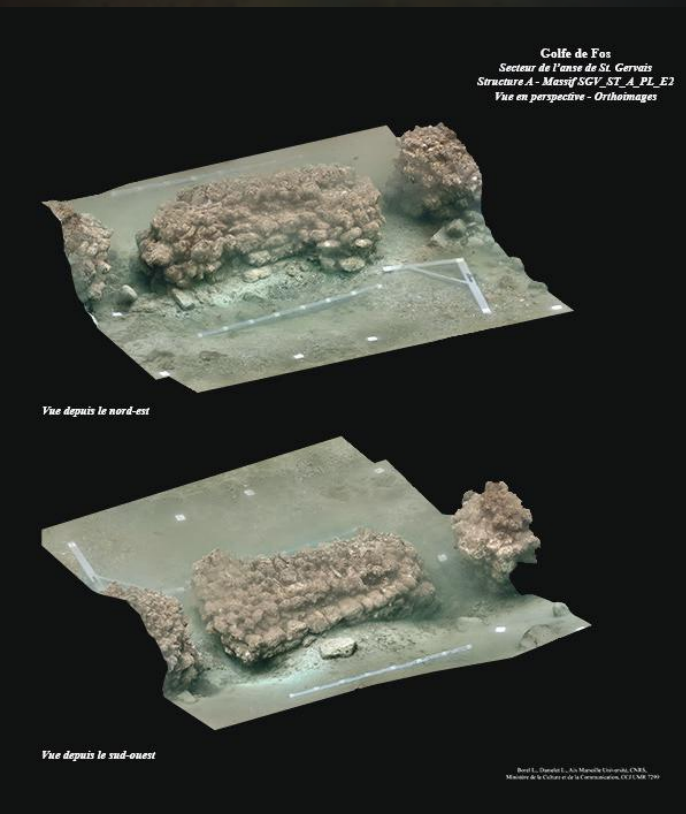


Figure 4 : Opérations préparatoires au relevé par photogrammétrie rapprochée des structures architecturales de l'Anse de Saint-Gervais, chantier-école de Fos-sur-Mer.
© Loïc Damelet, Centre Camille Jullian

Figure 5 : Vue en perspective, depuis le nord-est et le sud-ouest, de la face nord de la structure A de l'Anse de Saint-Gervais, chantier-école de Fos-sur-Mer.
© Orthoimage Laurent Borel, Centre Camille Jullian

La plongée scientifique aujourd'hui au CNRS

Les plongeurs scientifiques sont majoritairement rattachés à la mention B (interventions subaquatiques) et sont répartis dans les spécialités suivantes : Bb (archéologie sous-marine et subaquatique), Bc (arts, spectacles et médias), Bh (techniques, sciences et autres interventions).

Il est important et indispensable de rappeler ici que toute personne qui désire utiliser la plongée dans le cadre de son activité professionnelle doit être titulaire d'un certificat d'aptitude à l'hyperbarie (CAH). Les détenteurs d'un diplôme de plongée sportive ne sont pas autorisés par le ministère du Travail, de l'Emploi, de la Formation professionnelle et du Dialogue social, à prendre part aux activités de leur unité quand celles-ci se déroulent en milieu hyperbare. Voir à ce sujet la [note transitoire relative à la plongée subaquatique scientifique](#) diffusée auprès des laboratoires du CNRS le 15 mars 2016 et le numéro 44 de [Prévention infos](#) de janvier 2017, p. 2-4.

contact&info

► Laurent Borel,
CCJ

borel@mmsch.univ-aix.fr

► Pour en savoir plus
<http://ccj.cnrs.fr>

9. Une orthoimage est une vue d'une « réalité géométrique » dont le plan de projection est défini et dont les couleurs sont issues de l'application, sur ce plan, des pixels du lot des photographies ayant servi à la construction du nuage de points.

Réactiv-cité

Dans le cadre de la deuxième édition du Salon Innovatives SHS organisé par l'InSHS en juin 2015, le laboratoire Études des structures, des processus d'adaptation et des changements de l'espace (ESPACE, UMR7300, CNRS / AMU / Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse et Université Nice Sophia Antipolis) a exposé, sous le chapeau « Réactiv-cité », plusieurs modèles ayant pour objectifs de modéliser et de visualiser la ville en mouvement et d'anticiper ses changements.



Le modèle SERENICIM – Système d'aide à l'évaluation des impacts du changement climatique sur le fonctionnement d'une aire urbaine littorale : l'exemple niçois

La complexité du système climatique mêlée à celle des anthroposystèmes urbains engendre des incertitudes importantes à l'échelle locale et régionale. Néanmoins, il est nécessaire de transférer la connaissance, aussi incertaine soit-elle, du monde scientifique à celui des décideurs et des citoyens, puisque les collectivités ont un rôle majeur à jouer et des décisions à prendre pour adapter leur territoire aux changements en cours. SERENICIM est un prototype qui couple trois démarches modélisatrices destinées d'une part à appréhender les impacts des évolutions climatiques sur le fonctionnement de systèmes urbains, d'autre part à transmettre cette connaissance experte à différents publics. Il est construit selon une structure modulaire composée d'un modèle systémique, d'un système à base de connaissances et d'un générateur de maquettes virtuelles du territoire.

L'environnement de résolution de problèmes développé a pour finalité de simuler le fonctionnement d'un territoire, l'aire urbaine de Nice, de 2010 à 2050, en tenant compte des effets du changement climatique et de différentes options d'aménagement territorial et de gestion.

Le premier modèle, de type systémique, est destiné à faire interagir les changements progressifs des paramètres physiques du climat local — températures, précipitations, variabilité saisonnière et événements extrêmes — avec l'anthroposystème urbain, appréhendé au travers de six composantes majeures : les ressources en eau, la croissance de la population, la fréquentation touristique, l'occupation du sol, la consommation d'eau selon le type d'habitat et selon le type d'agriculture. Les simulations portent sur la période 2000-2050, avec le trimestre pour pas de temps. Le modèle est implémenté à partir du logiciel Stella qui fonctionne selon une modélisation de type forrestérien, qui offre le précieux avantage d'accepter de la connaissance de type qualitatif, ainsi que des informations imprécises et lacunaires.

La modélisation se décompose en deux phases. La première correspond à la réalisation d'un premier modèle qualifié de « laisser-faire », dans lequel les tendances actuelles observées sur la croissance de la population, le rythme de l'étalement urbain, les types d'habitat et les consommations d'eau, se poursuivent jusqu'en 2050, tout en étant inter-reliées à l'évolution des paramètres climatiques. Ces derniers conditionnent les ressources en eau et la consommation agricole et domestique, mais les quantités d'eau consommées dépendent également du type d'occupation du sol et des comportements des habitants perçus au travers du mode d'habitat.

Le second modèle dit « avec interventions » a pour objectif de tester les effets de différents types de mesures qui pourraient être prises par les villes ou les collectivités locales, telles que la limitation drastique de l'habitat individuel, lorsqu'un certain seuil d'artificialisation du territoire est atteint, ou des mesures prises en cas d'alertes « risque d'inondation » et « risque de pénurie d'eau ». Dans ce dernier cas, si les apports en eau dans les nappes souterraines sont inférieurs à la vidange naturelle des nappes, des restrictions de consommation sont imposées aux agriculteurs de même qu'aux citoyens, d'intensité différente en fonction du type d'agriculture et du type d'habitat. Les simulations permettent alors de mesurer les impacts des actions retenues sur la consommation d'eau à court et à moyen termes et d'évaluer si les activités agricoles demeurent viables avec les actions envisagées.

Si la modélisation systémique est extrêmement utile à l'anticipation des transformations territoriales à venir, sa compréhension s'avère délicate pour des non spécialistes. Aussi, deux outils didactiques ont été mis en place afin non seulement de répondre à leur besoin en information, mais aussi d'aider à la réflexion et à la prise de décision :

- ▶ un système à base de connaissances, qui permet de présenter de façon explicite un ensemble de connaissances et de le mettre en action pour répondre à une question posée ;
- ▶ un générateur de maquettes virtuelles du territoire, qui procure une visualisation spatiale de l'information, permettant aux collectivités urbaines de mieux comprendre les enjeux spatiaux spécifiques.

Issu de l'Intelligence Artificielle, un système à base de connaissances (SBC) est une application informatique ayant pour objet la simulation du raisonnement humain face à une situation donnée, offrant la possibilité d'obtenir rapidement des réponses à des questions posées, grâce à la mise en action d'un raisonnement systématique. Les simulations s'appuient sur la connaissance issue du modèle systémique et des résultats obtenus pour les variables du modèle aux pas de temps retenus. Ainsi, lorsque le modèle systémique projette une période estivale caniculaire, avec une réserve en eau inférieure aux besoins, le SBC aidera le décideur à prendre la mesure appropriée à la situation urbaine à cet instant t , en considérant la population par type d'habitat, les surfaces agricoles par type d'utilisation, la réserve en eau... Il calculera le besoin en eau total, le confrontera à la ressource et en déduira la mesure de réduction des consommations en eau à préconiser. Les simulations peuvent ainsi être multipliées à l'envie. Fondées sur la mise en action d'un raisonnement systématique, les résultats obtenus sont comparables entre eux et permettent le cas échéant aux décideurs de visualiser un nombre conséquent de scénarios dans une transparence du cheminement intellectuel mené.

Un générateur de maquettes virtuelles du territoire est utilisé de façon complémentaire. Les maquettes virtuelles permettent d'alimenter la réflexion du décideur par le biais de la simulation. Expressions en 3D de ce que pourrait être le territoire à un certain horizon de temps, elles ont la capacité de traduire visuellement les résultats du modèle systémique pour les différents scénarios. Dès lors, les gestionnaires et décideurs peuvent appréhender les évolutions spatiales et temporelles de leur territoire, au cours de la période, d'une manière bien plus explicite et vivante que par le biais des graphiques de sorties du modèle systémique.

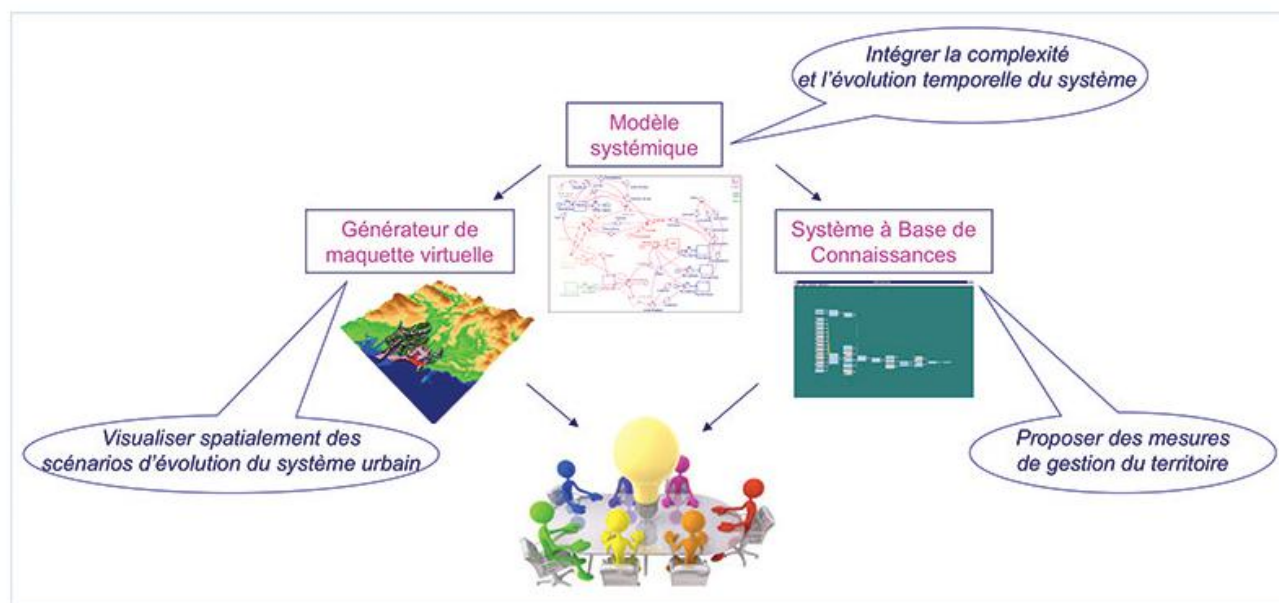
Ce projet a suivi un cheminement original. Il est parti d'une idée d'un groupe de chercheurs¹ intéressés à la dynamique des structures spatiales aux interfaces homme-territoire-environnement et développant des démarches de géogouvernance. Le prototype a donc été construit sans financement dédié et présenté à la Conférence internationale *Cities and Climate Change* organisée par la Banque Mondiale en 2009. La démarche a retenu l'attention de l'Observatoire national sur les effets du réchauffement climatique (ONERC), qui en a fait état dans son rapport de 2010 « Villes et adaptation au changement climatique ». Aujourd'hui, le projet se poursuit sur le volet consommation d'énergie, dans le cadre d'une collaboration avec EDF et son centre de recherche EIFER.

Le projet SPOT (using mobile phone data for Spatial Planning simulation and Optimization Technologies)

Cet autre projet propose une méthodologie de relocalisation optimale des équipements et des usages offerts par un site (logement, travail, achat, loisir...) en se fondant sur les agendas individuels d'activité. Nous exploitons les traces spatiales de téléphones mobiles fournies par Orange pour d'une part, estimer des flux individuels à partir d'origines-destinations observées et, d'autre part, rechercher de meilleures répartitions spatiales des aménités qui réduisent les distances parcourues pour l'ensemble du système de mobilité.

Un premier travail consiste, au sein d'un Système d'Information Géographique, à extraire les traces des téléphones mobiles à partir de fichiers extrêmement lourds (données géographiques massives) et à les redessiner en fonction du semis d'antennes dont nous possédons la localisation précise et qui sont indiquées dans les traces numériques. On obtient ainsi une estimation des trajets des personnes localisés au niveau de précision spatiale des antennes. Puis, connaissant la localisation des équipements et services à partir de données spatiales libres sur OpenStreetMap, par proximité topologique, nous identifions les motifs possibles de déplacement, obtenant ainsi des séquences de points ayant une valeur d'usage connue et de lignes (les déplacements les reliant) associées à chaque trace téléphonique continue. En complément, possédant les densités locales de population urbaine par quartier, nous pouvons estimer les densités de flux par quartier et inter-quartier. Ces estimations de trajet ont un caractère hypothétique puisque nous ne pouvons prouver que les motifs de déplacement sont exacts au niveau individuel car nous ne réalisons pas d'enquête auprès des personnes se déplaçant. Il s'agit donc d'une estimation sur la base de l'observation des traces de téléphones mobiles, et non des pratiques effectives et avérées de mobilité. L'approche est, par conséquent, plus exploratoire que prédictive. Nous raisonnons donc à deux niveaux : à l'échelle de l'individu (*via* la trace approximée du téléphone mobile selon les antennes à proximité) et à une échelle agrégée (nous faisons l'hypothèse que la masse des données traitées illustre assez correctement les quantités relatives de déplacements dans leur ensemble).

À partir de là, nous avons recours à un simulateur de ville en mouvement basé sur un Système Multi-Agents (MATSIM) qui intègre les réseaux et simule les mobilités individuelles. Chaque agent virtuel (un individu ou un groupe d'individus associé à un téléphone mobile) part d'une aménité (généralement son domicile) en utilisant un mode de transport donné (automobile, par exemple) pour ensuite réaliser une « pérégrination urbaine » à savoir une série de micro-déplacements et d'arrêts à un ensemble d'aménités. Chaque déplacement est une séquence

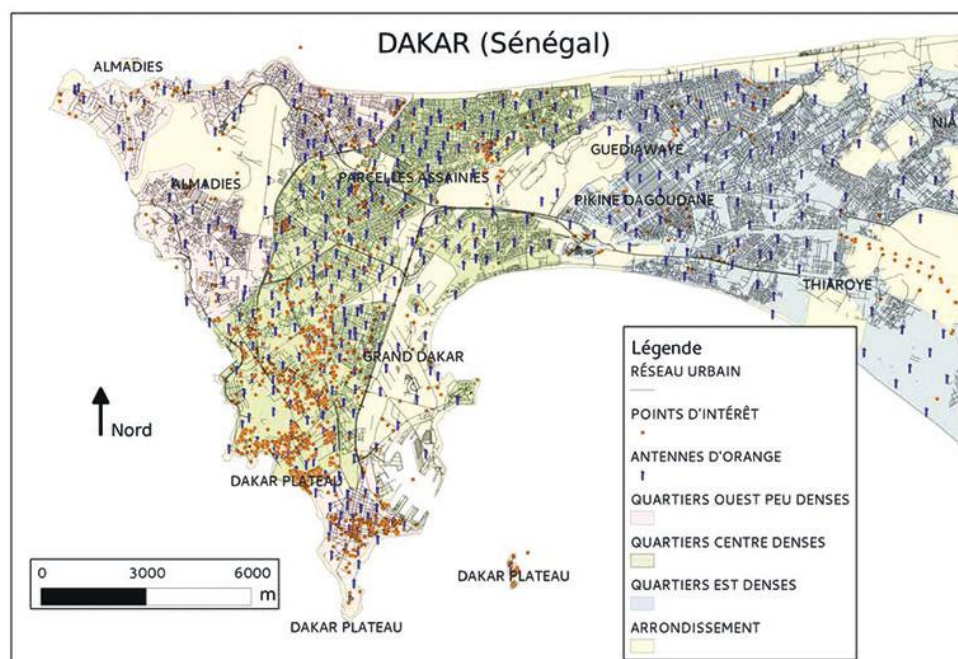


L'environnement de résolution de problèmes du projet SERENICIM

1. Christine Voiron-Canicio, Nathalie Dubus, Sophie Lizard (Unité ESPACE) et Jean-Christophe Loubier (Hes.so Valais Wallis).

{x,y,t} de coordonnées estampillées temporellement. Un calcul de la somme des distances parcourues par l'ensemble des agents est effectué dans ces conditions de déplacement. Ensuite, nous échangeons spatialement les aménités en conservant leur nombre et leur type. Les simulations sont effectuées à chaque modification et la somme des distances parcourues est recalculée. On s'aperçoit alors que certaines configurations spatiales d'aménités urbaines réduisent les distances parcourues et, en conséquence, les émissions de polluants, voire les congestions. Cela donne à réfléchir aux scientifiques et aux aménageurs à de nouvelles organisations spatiales qui pourraient être plus durables et potentiellement mieux adaptées aux pratiques actuelles de mobilité des espaces urbains.

Ce projet interdisciplinaire (Unité ESPACE, Laboratoire Informatique d'Avignon et Université de Dakar) a été récompensé au [challenge international D4D 2015](#) d'Orange, pour le prix « *data crossing* » (un des neuf prix, face à plus de 250 laboratoires concurrents). Testé sur la ville de Dakar (Sénégal), il est le fruit d'un travail interdisciplinaire de modélisation urbaine associant des géographes et des informaticiens, sous l'impulsion de l'ANR PREDIT DAMA² (2013-16). Une extension de ce programme fait actuellement l'objet d'une demande de financement auprès de l'Union européenne (Projet SPOT³, H2020). Les retombées de ce projet sont à la fois scientifiques (méthodes de simulation orientées agents, hypothèses statistiques et géographiques de construction de plans de déplacements individuels, exploitation de données géographiques collaboratives et massives) et opérationnelles (outil d'aide à la décision et de planification urbaines, localisation optimale d'aménités, construction de villes durables).



Exemple de données géographiques de simulation de mobilités (Dakar, Sénégal ; sources : Orange, OpenStreetMap).

Pour ces trois modèles de *Réactiv-cité*, les activités de recherche se sont renforcées à l'occasion de diverses rencontres avec le monde entrepreneurial, plus particulièrement lors du Salon *Innovatives SHS* de 2015, où ils ont été présentés et discutés.

contact&info

► Christine Voiron

Christine.VOIRON@unice.fr

Didier Josselin

didier.josselin@univ-avignon.fr

ESPACE

2. Projet porté par [Cyrille Genre-Granpierre](#) de l'unité ESPACE.

3. Porté projet par [Serigne Gueye](#) du [Laboratoire Informatique d'Avignon](#).

De la recherche sur l'innovation à l'innovation dans la recherche : focus sur le programme scientifique ambitieux d'une communauté interdisciplinaire

L'innovation scientifique et technique est un des « cœurs de métier » du CNRS, qui dépose un nombre considérable de brevets chaque année et noue de nombreux partenariats afin de développer les applications industrielles et commerciales des idées qui ont germées dans ses laboratoires. La participation des chercheurs en sciences humaines et sociales dans cette dynamique se fait *via* deux canaux, distincts bien que complémentaires, dont la visibilité est assez inégale.

Très connus, les travaux des économistes, sociologues, philosophes et anthropologues sur les conséquences sociales et sociétales de l'innovation bénéficient d'une diffusion qui dépasse très largement le cercle des communautés impliquées. L'innovation technologique est à la fois le principal moteur des économies modernes, capable de faire sortir des sociétés d'états où la pauvreté et la mortalité dominant, mais elle est également responsable de profonds bouleversements sociaux car elle détruit en passant un monde établi. Les questions récurrentes autour d'un monde sans travail qui serait remplacé par des robots ou des algorithmes illustrent l'intérêt pour ces travaux. Les enjeux éthiques sont aussi très présents au sein d'une foule de sujets qui passionnent et questionnent la société civile et qui vont de la médicalisation de la reproduction à l'apparition d'un homme augmenté.

Une autre facette de la recherche en sciences sociales sur l'innovation, parfois moins visible, concerne l'étude, non pas des conséquences de l'innovation, mais bien du processus conduisant à l'innovation, c'est-à-dire l'analyse des chercheurs, des innovateurs et des organisations auxquelles ils appartiennent. Les innovations ne sont pas simplement technologiques ou médicales, elles sont également organisationnelles : l'impact social de l'invention de la comptabilité ou de l'assurance, pour reprendre des exemples anciens, est ainsi considérable et, tout comme l'électricité ou le vaccin BCG, ces innovations nous sont si familières qu'il est difficile de s'imaginer dans un monde où elles n'existent pas. Les organisations dans lesquelles évoluent les chercheurs et innovateurs sont des organisations très spécifiques qui évoluent actuellement très vite et qui sont peut-être un aperçu de ce qui sera dans le futur une organisation de production et d'échange classique. Les chercheurs en sciences sociales qui les étudient franchissent parfois le pas et participent personnellement au processus innovant, développant ainsi une nouvelle forme de recherche participative. En complément du salon *Innovatives SHS* de Marseille, ce dossier de la lettre de l'InSHS met en avant ce programme scientifique interdisciplinaire en fort croissance en France. Les réalisations de plusieurs laboratoires — en région parisienne, à Bordeaux et à Nice — et de plusieurs chercheurs sont ainsi présentées.

Marc-Alexandre Sénégas et Vincent Fringant, du Groupe de recherche en économie théorique et appliquée (GREThA, UMR 5113, CNRS / Université de Bordeaux), présentent certains travaux de leur laboratoire dont un axe s'attache à comprendre la genèse des innovations. En mobilisant les concepts récents en « économie de la science » et en utilisant d'importantes bases de données relatives aux publications et aux brevets, ils décryptent la

structure organisationnelle des fameux *clusters* alliant science, innovation et industrie. Ils proposent une articulation originale entre les politiques locales de recherche et les réseaux internationaux de recherches, notamment irrigués par les inventeurs migrants. Ils montrent également comment les changements de l'organisation des entreprises permettent l'innovation, en s'appuyant sur de nombreuses études de cas. Le GREThA est également exemplaire par la mise en place d'une plateforme de valorisation au sein de laquelle les chercheurs du laboratoire interagissent avec de nombreux partenaires publics et privés.

Armand Hatchuel, Pascal Le Masson, Blanche Segrestin et Benoit Weil présentent quant à eux le programme de recherche de l'Institut Interdisciplinaire de l'Innovation (I3, UMR9217, CNRS / Mines-ParisTech / Télécom ParisTech / Ecole Polytechnique), laboratoire interdisciplinaire dédié à l'innovation. Les chercheurs s'intéressent à la rationalité des inventeurs et concepteurs, et à leur capacité à générer des alternatives inconnues et à mettre en place des solutions pertinentes pour les développer. Ils s'intéressent également aux nouvelles formes d'organisation de la recherche et de l'innovation en lien avec les techniques du web. Ces réflexions sont mises en pratique par les chercheurs du laboratoire à l'occasion des très nombreux contacts qu'ils ont avec les entreprises, où ils sont observateurs, et parfois acteurs, des changements organisationnels menant à l'innovation.

Chercheur à l'unité Dauphine Recherches en Management (DRM, UMR7088, CNRS / Université Paris Dauphine), Albert David présente une initiative similaire de collaboration et de recherche-action dans le domaine de la conception. Ses ateliers d'innovation appliquent les recherches récentes à des cas concrets cherchant par exemple à concevoir le métro ou les cockpits de demain.

Jackie Krafft présente les recherches d'un des axes du Groupe de Recherche en Droit, Economie, Gestion (GREDEG, UMR7321, CNRS / Université Nice Sophia Antipolis) qui analyse notamment l'impact de la structure actionnariale des entreprises sur le développement de l'innovation. Les chercheurs de l'axe utilisent d'importantes bases de données et des méthodologies d'étude des systèmes complexes pour comparer les performances relatives des entreprises européennes et américaines. Leur projet s'oriente aujourd'hui vers l'analyse des innovations environnementales.

Les industries financières sont également au cœur de nombreuses innovations, dont la plus emblématique est peut-être la mise en place de blockchains. Christophe Bisière, du Centre de Recherche en Management (UMR5303, CNRS / Université Toulouse 1 Capitole), explique comment il étudie leur stabilité, illustrant ainsi la façon dont les micro-économistes analysent actuellement les innovations.

Hippolyte d'Albis, InSHS

Comprendre la genèse et la diffusion des innovations : l'exemple d'une démarche transversale portée par les sciences économiques au GREThA

Le *Groupe de recherche en économie théorique et appliquée* (GREThA, UMR 5113, CNRS / Université de Bordeaux) a mis en place, depuis quelques années, un programme de recherche ambitieux et transversal autour de la compréhension économique des processus d'innovation. Vincent Frigant, responsable de l'équipe Innovations, Science, Industries (ISI) au GREThA et Marc-Alexandre Sénégas, directeur du GREThA, en présentent les principales lignes.

Depuis les années 1980, les recherches en économie accordent une place croissante au rôle de l'innovation tant du point de vue de la dynamique que des performances des économies. Les renouvellements analytiques apportés par les théories évolutionnistes en économie industrielle — qui interrogent l'impact des innovations sur la définition des stratégies des firmes — ou les approches en termes de croissance endogène — visant à ancrer le progrès technique sur le développement des connaissances — furent autant d'avancées conceptuelles permettant d'intégrer et, ce faisant, de tenter de rendre compte du rôle joué par l'innovation dans le développement des économies capitalistes. Cependant, la genèse et les mécanismes de diffusion des innovations demeurent encore mal connus. Une des difficultés provient du fait que l'innovation est un objet polysémique (innovation technologique, organisationnelle, sociale...) et polymorphe (de par ses modes d'appropriation hétérogènes par les agents économiques). En saisir les rouages et les implications requiert la combinaison de plusieurs approches méthodologiques et conceptuelles.

Les recherches menées au GREThA s'inscrivent dans une telle perspective en l'articulant plus particulièrement autour du triptyque Innovation - Science - Industrie (qui donne son nom au programme de recherche associé, mis en œuvre au sein de l'unité, ISI). À travers ce prisme, et en s'appuyant notamment sur l'exploitation de données détaillées sur les brevets et publications scientifiques, sont analysés plusieurs volets des processus d'innovation : les modes de production et de diffusion de la connaissance scientifique vers la sphère industrielle, la mise en place de réseaux d'inventeurs privés et les liens qu'ils peuvent tisser avec la sphère académique dont ils sont issus, les dispositifs institutionnels multi-échelles visant à faciliter le transfert technologique et, enfin, la manière dont les innovations produites encadrent le développement des filières industrielles spécifiques (automobile, aéronautique, photonique, chimie verte). Ces recherches s'articulent aisément avec les travaux qu'ont engagés les chercheurs depuis plusieurs années sur l'analyse des dynamiques (temporelles ou spatiales) des technologies de production et contribuent à leur renouvellement. Les investigations menées sur ces questions, tant théoriques qu'appliquées, mobilisent des cadres d'analyse variés qui permettent de coupler les savoirs en matière d'analyse économique des filières technologiques ou de géographie de l'innovation avec celles récemment développées, dans le domaine de la théorie des réseaux appliquée à l'économie de

la connaissance. La dynamique de recherche développée sur ce champ interagit également avec les activités de la plateforme en analyse et intelligence technologique VIA-Inno, créée et hébergée au sein de l'unité depuis 2009. Dans le cadre de ce dispositif de valorisation et de recherche intégrées, elle bénéficie des terrains d'observation privilégiés que constituent les laboratoires communs contractés avec plusieurs acteurs industriels (Michelin, PSA...) en matière d'analyse des processus d'innovation technologique à l'œuvre au sein de ces structures mais aussi sur l'écosystème environnant qui vise souvent à les promouvoir¹.

L'innovation : de la science vers l'industrie

Au sein de ce programme de recherche transversal développé par l'unité, un premier axe de réflexion concerne les enseignements que l'économie de la science² peut apporter à la compréhension des conditions dans lesquelles la communauté académique contribue à la production des innovations et des modalités de leur transfert vers la sphère industrielle. Des travaux récents se sont ainsi penchés sur le rôle joué dans ce contexte par l'ANR en tant que structure de financement de projets de recherche. Ils ont cherché à préciser quels impacts, voire quels effets incitatifs, les financements sur projets pouvaient avoir sur la productivité des bénéficiaires, sur le type de recherche qu'ils conduisaient ou encore sur leurs pratiques de collaboration³. Ces investigations se prolongent aujourd'hui au sein du projet UTTO (coordonné par Nicolas Carayol et soutenu par l'ANR) dont l'objectif est d'analyser la production et le transfert des technologies d'origine académique. Les trajectoires des inventeurs issus du monde académique constituent un chaînon important de ce transfert et ont déjà fait l'objet d'études spécifiques par les chercheurs du GREThA (par Valerio Sterzi notamment)⁴. Ces travaux ont notamment mis à jour le fait que l'existence de dispositifs favorisant la commercialisation des licences au sein des structures universitaires pouvait exercer un effet d'entraînement significatif pour l'activité future des inventeurs issus du monde académique.

Les brevets, sources d'information privilégiées sur les communautés innovantes

Dans ces recherches, un rôle clé est accordé aux brevets comme source d'information sur les processus d'innovation, leurs concepteurs et le contexte de leur genèse. Une des forces du programme ISI est précisément de s'appuyer sur la combinaison de

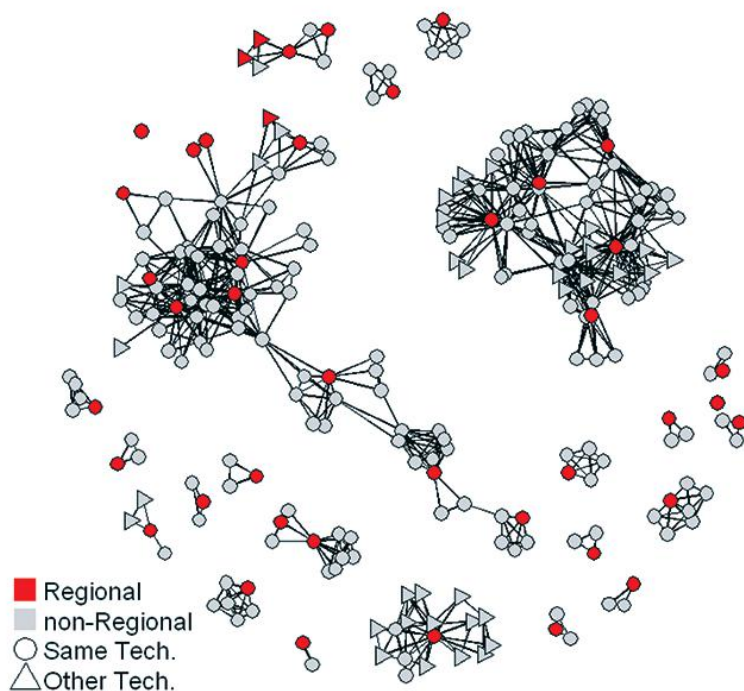
1. La plateforme VIA-Inno a été labellisée en 2012 Centre d'Innovation Sociétale de l'IdEx – Bordeaux. Voir l'article qui lui avait été consacré dans la [lettre de l'InSHS](#) en novembre 2015.

2. L'économie de la science peut se définir comme l'usage des outils théoriques et empiriques de la science économique dans l'objectif de décrire, de mesurer et d'optimiser les mécanismes institutionnels (notamment incitatifs) en vigueur dans le monde académique et soutenant, notamment, la production de la connaissance scientifique comme son transfert vis-à-vis des entreprises.

3. Carayol N., Lanoë M. 2017, "The Impact of Project-Based Funding in Science: Lessons from the ANR Experience", *Cahiers du GREThA* 2017-04, Groupe de Recherche en Économie Théorique et Appliquée.

4. Lawson C. Sterzi V. 2014, "The role of early career factors in the formation of serial academic inventors", *Science and Public Policy*, vol. 41(4) : 464-479. Voir aussi Sterzi V. 2013, "Patent quality and ownership: An analysis of UK faculty patenting", *Research Policy*, 42(2) : 564-576.

différentes bases de données (brevets, économiques, financières, ou concernant les partenariats de recherche) pour caractériser sous un angle multidimensionnel le comportement des inventeurs et leurs structures d'appartenance. Si cette structuration de l'information est chronophage, elle permet cependant d'explorer des questionnements originaux qui touchent en particulier à l'organisation des communautés d'inventeurs. Des travaux récents⁵ s'intéressent ainsi aux différentiels de productivités inventives des villes françaises et les relient aux propriétés des réseaux pouvant caractériser les communautés concernées. D'autres recherches mobilisant les apports de la géographie de l'innovation et de l'économie régionale ont conduit à une analyse typologique des régions européennes fondée sur l'analyse des mobilités des chercheurs et des flux de connaissances générés par celle des inventeurs⁶. Ces travaux éclairent sous un autre angle les recherches menées au sein du projet Proximo soutenu par le Conseil Régional de la Nouvelle Aquitaine et coordonné par Christophe Carrincazeaux, sur les systèmes régionaux d'innovation où il s'agit de mettre en évidence le rôle, mais aussi les limites, de la proximité géographique dans les phénomènes d'innovations inter-organisationnels (interfirmes, entre firmes et Universités) et le rôle des politiques régionalisées d'innovation⁷.



Source : Bergé L., Carayol N., Roux P., How do inventor networks affect urban invention?, *Cahiers du GREThA*, n°2017-06

Migrations internationales et diasporas d'inventeurs

Le rôle joué par les migrations internationales des inventeurs dans la diffusion internationale des connaissances et des innovations constitue un autre axe important des recherches menées par les économistes de l'innovation au GREThA. S'appuyant sur des financements de l'IdEx de Bordeaux et de la Région Nouvelle Aquitaine à travers une Chaire d'excellence en économie de l'innovation et de la connaissance portée par Francesco Lissoni, un travail collectif et ambitieux de *data-mining*, fruit d'une collaboration internationale avec l'Université Bocconi de Milan et l'Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle, a permis d'élaborer une vaste base de données sur les inventeurs aux États-Unis et en Europe, autorisant alors l'identification des inventeurs d'origine et/ou de nationalité étrangère (« inventeurs migrants ») sur ces deux zones géographiques⁸. L'enjeu est crucial pour comprendre les flux internationaux de connaissances et les capacités inventives des pays car la mobilité internationale de ces acteurs clés des processus d'innovation s'est considérablement amplifiée sur les vingt dernières années.

En exploitant le contenu relationnel des bases constituées, Ernest Miguelez⁹ a ainsi montré que les inventeurs migrants contribuent à augmenter les collaborations innovantes entre pays d'origine et de destination. Parallèlement, Francesco Lissoni et Ernest Miguelez (en collaboration avec Stefano Breschi) analysent quels modes de diffusion sont à l'œuvre en matière de connaissances liées aux inventions produites dans les pays de destination et dans quelle mesure cette diffusion touche en retour les pays d'origine des inventeurs concernés¹⁰. Edoardo Ferrucci et Francesco Lissoni¹¹ tendent aussi à indiquer que les inventeurs migrants ont une plus grande probabilité d'apparaître parmi les plus productifs dans les pays de destination et que là où ils contribuent à augmenter l'hétérogénéité culturelle des équipes d'inventeurs, la qualité des brevets s'accroît significativement.

L'innovation organisationnelle en appui de l'innovation technologique

Toutefois, toute l'innovation n'est pas forcément de nature technologique, ni ne procède du brevet. Un autre axe de recherche du programme ISI prolonge une longue tradition bordelaise consistant à étudier les processus d'innovations organisationnelles. Méthodologiquement plus qualitatifs, ces travaux cherchent à mettre en évidence différents déterminants soutenant les transformations organisationnelles des firmes et leurs mécanismes de transmission sur celles des industries : dynamique d'externalisation, organisation des chaînes de valeur glo-

5. Bergé L., Carayol N., Roux P. 2017, "How do inventor networks affect urban invention?," *Cahiers du GREThA* 2017-06, Groupe de Recherche en Economie Théorique et Appliquée.

6. Miguelez E., Moreno R., 2015. "Knowledge flows and the absorptive capacity of regions", *Research Policy*, vol. 44(4) : 833-848.

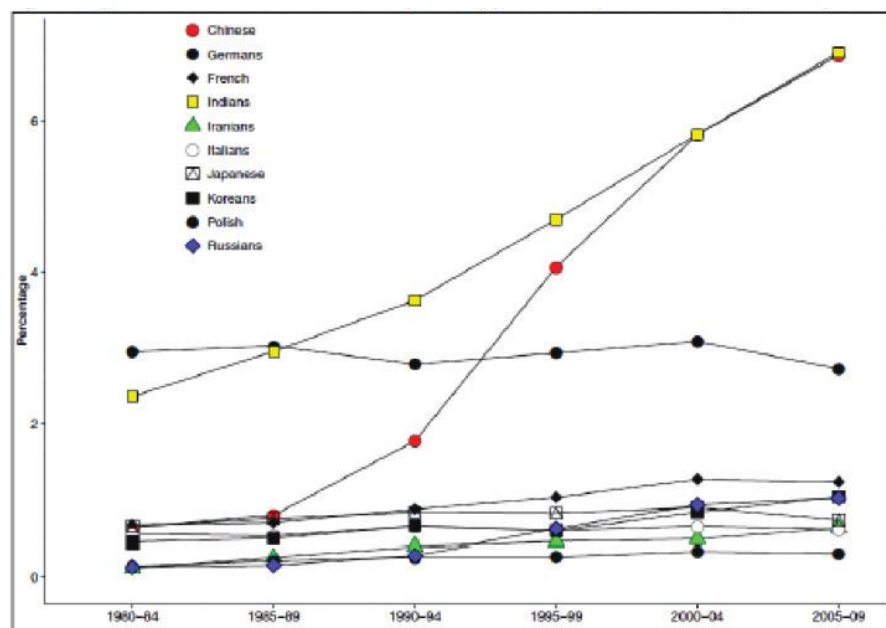
7. Carrincazeaux C., Doloreux D., Shearmur R. (eds) 2016, *Handbook on the Geographies of Innovation*, Edward Elgar Publishing Ltd. Voir aussi Bergé L. 2017, Network proximity in the geography of research collaboration, *Papers in Regional Science* (à paraître).

8. Breschi S., Lissoni F., Tarasconi G. 2017 "Inventor Data for Research on Migration & Innovation: The Ethnic-Inv Pilot Database", in Fink C., Miguelez E. (eds.), *The International Mobility of Talent and Innovation: New Evidence and Policy Implications*, Cambridge University Press.

9. Miguelez E. 2017, "Inventor Diasporas and the Internationalization of Technology", *The World Bank Economic Review* (à paraître).

10. Breschi S., Lissoni F., Miguelez E. 2017, "Foreign-origin inventors in the US: Testing for Diaspora and Brain Gain Effects", *Journal of Economic Geography* (à paraître).

11. Ferrucci E., Lissoni F. 2017, "Foreign Inventors in the US and EU15 : Diversity and Productivity", mimeo.



Source : Breschi, S., Lissoni, F. and Miguelez, E. (2017) "Foreign-origin inventors in the US: Testing for Diaspora and Brain Gain Effects", *Cahiers du GREThA*, n°2015-25

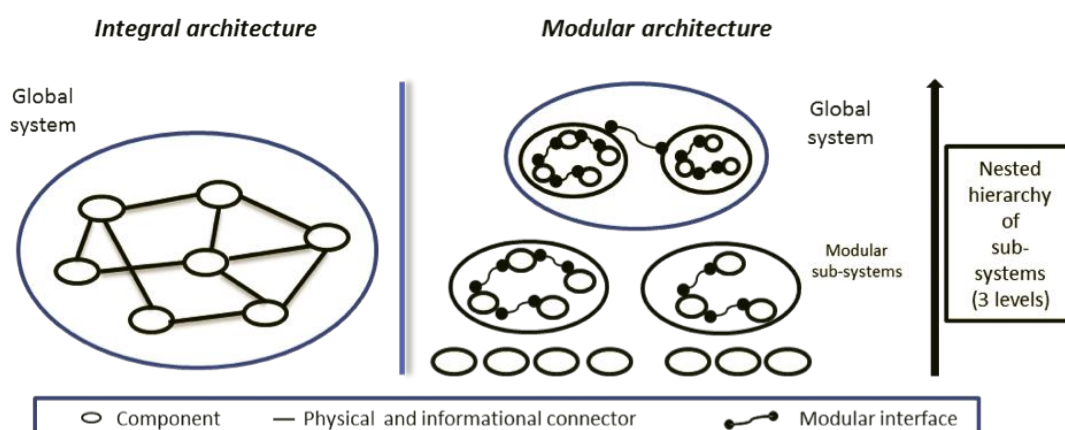
Dans la même optique, s'est récemment engagé un travail sur l'univers hétérogène de la *Platform Economy* au cœur des débats contemporains sur l'économie collaborative. Un des objectifs visés par ces investigations menées par Matthieu Montalban, Bernard Jullien et Vincent Frigant¹³, en collaboration avec des chercheurs juristes, est d'identifier les transformations introduites en matière de réglementation et de régulation institutionnelle par l'émergence de cette « nouvelle économie » portée par le fonctionnement *pair-to-pair* des plateformes : celles-ci veulent rompre avec l'état existant aussi bien dans le champ concurrentiel (taxi vs Uber ; hôtel vs Airbnb...) que sur les fondements du financement de la protection sociale, de la régulation du travail, etc. Un des axes de réflexion consiste à se demander si les outils d'analyse traditionnels de l'économie industrielle et de l'innovation sont encore opérants pour saisir le fonctionnement ainsi que le rôle fonctionnel de ces plateformes dans le système économique, si singulier, qu'elles génèrent.

bales, etc. Sont ainsi mises en valeur la financiarisation, les évolutions réglementaires comme les normes REACH, l'émergence d'innovations technico-organisationnelles comme la conception modulaire...

Ainsi, récemment, Yannick Lung et Bernard Jullien (en collaboration avec Christophe Midler) ont-ils disséqué le processus de conception mis en œuvre par Dacia pour développer la Logan puis, dans une deuxième recherche, la Kwid¹². Mobilisant une méthodologie d'enquête immersive auprès des équipes de conception en Inde, ils ont montré comment le constructeur avait dû développer de nouvelles modalités organisationnelles, renversant la démarche traditionnelle des économistes s'intéressant d'habitude à une causalité allant de la technologie vers l'organisation. *De facto*, ils (ré)expliquent que l'innovation organisationnelle constitue un facteur clé de l'innovation technologique.

contact&info

► Vincent Frigant
vincent.frigant@u-bordeaux.fr
Marc-Alexandre Sénégas
marc-alexandre.senegas@u-bordeaux.fr
GREThA



Les deux types d'architecture-produit typiques dans les industries d'assemblage

Source: Frigant V. 2016, "Why small enterprises can (still) operate at the top of the pyramid? Evidences and interstices' theory in the automotive industry", *Journal of Small Business Management* 54(3): 912-930

12. Midler C., Jullien B., Lung Y., 2017, *Innover à l'envers. Repenser l'innovation dans un monde frugal, le cas Renault Kwid*, Dunod.

13. Frigant V., Jullien B., Montalban M. 2017, *Platform economy as a new form of capitalism. A Régulationist research program*, 29th SASE Conference, Lyon, 29 June-1 July 2017.

Comprendre et soutenir l'innovation contemporaine : théorie de la conception et métabolisme des nouveaux collectifs

Membres de l'Institut Interdisciplinaire de l'Innovation (I3, UMR9217, CNRS / Mines-ParisTech / Télécom ParisTech / Ecole Polytechnique), Armand Hatchuel, Pascal Le Masson, Blanche Segrestin et Benoit Weil sont chercheurs en sciences de gestion, spécialistes des processus de conception et d'innovation. Ils ont développé une modélisation nouvelle de la conception (théorie C-K) qui permet de comprendre l'innovation contemporaine tant dans sa rationalité spécifique que dans les formes d'organisation et d'entreprise nouvelles qui lui sont nécessaires. Cette approche a eu un fort impact académique et sociétal.

La notion d'innovation a pris une place centrale dans l'analyse des mutations contemporaines. Le terme prend son usage actuel au ^{xx}e siècle en englobant progrès technique et invention sociale. Mais pour devenir un objet d'étude scientifique, il doit être précisé et mis en perspective. En sciences de gestion, la recherche a d'abord mis en évidence les spécificités et les défis du régime d'innovation intensive contemporain. Ce constat a aussi conduit à deux percées théoriques :

► D'une part, une caractérisation nouvelle de la rationalité des acteurs. Car on comprend mieux le régime contemporain en passant d'un paradigme de la décision à un paradigme de la conception et d'une théorie de l'action dans l'incertain à une théorie de l'action dans l'inconnu.

► D'autre part, une approche nouvelle de la notion d'organisation qu'il faut aussi penser comme un « métabolisme génératif », producteur de création collective, de nouvelles formes d'entreprises et de collectifs solidaires.

En raison de leur universalité, ces deux percées ont des prolongements académiques au-delà des sciences de gestion.

L'innovation contemporaine au prisme des sciences de gestion : accélération et intensification

Traditionnellement, les sciences de gestion se subdivisent selon les grandes fonctions des organisations (stratégie, ressources humaines, marketing, etc.) Mais, en Europe, et particulièrement en France, la recherche a gagné en universalité avec l'élaboration de cadres théoriques indépendants de ces fonctions¹. Une partie des sciences de gestion tend donc vers une science fondamentale de l'action collective et la recherche sur le régime d'innovation actuel est emblématique de cette démarche.

Car la notion d'innovation ne renvoie à rien de neuf ! Depuis l'époque médiévale, les innovations techniques et gestionnaires n'ont jamais cessé. L'invention de la comptabilité, vieille d'au moins huit siècles, a changé la vie marchande. Quant à l'organisation systématique de la « nouveauté » (^{xvi}e et ^{xvii}e siècles), elle précède l'époque moderne. D'où la nécessité d'identifier les traits inédits de l'innovation contemporaine.

Le premier trait spécifique de l'innovation contemporaine fait consensus, c'est celui de l'accélération. Mais il faut lui adjoindre une notion d'intensification pour comprendre la puissance générative de l'innovation contemporaine². Deux signes en témoignent : d'abord, les innovations de rupture concernent désormais la totalité des activités humaines (vie personnelle, vie domestique, loisirs, etc.). Ensuite, la grande majorité de la population mondiale est touchée et plus seulement l'élite ou les plus riches. La superposition des effets d'accélération et d'intensification est sans précédent et justifie l'inquiétude écologique et humanitaire. Elle bouleverse les actions les plus élémentaires de l'action collective (lire, écrire, se parler, se voir, etc.) et se traduit par des révisions continuelles des fonctions et des identités des objets communs³ (Figure 1).

Ce constat impliquait deux ruptures théoriques :

1) Les organisations et les dispositifs de gestion de l'innovation aux époques précédentes n'étaient plus adaptés. En témoigne la prolifération actuelle des lieux et des pratiques nouvelles vouées à l'innovation (laboratoires d'innovation, accélérateurs, incubateurs de start-up, nouvelles pédagogies, etc.).

2) Cette effervescence révélait des rationalités nouvelles, dites « créatives » et « entrepreneuriales », mal appréhendées scientifiquement.

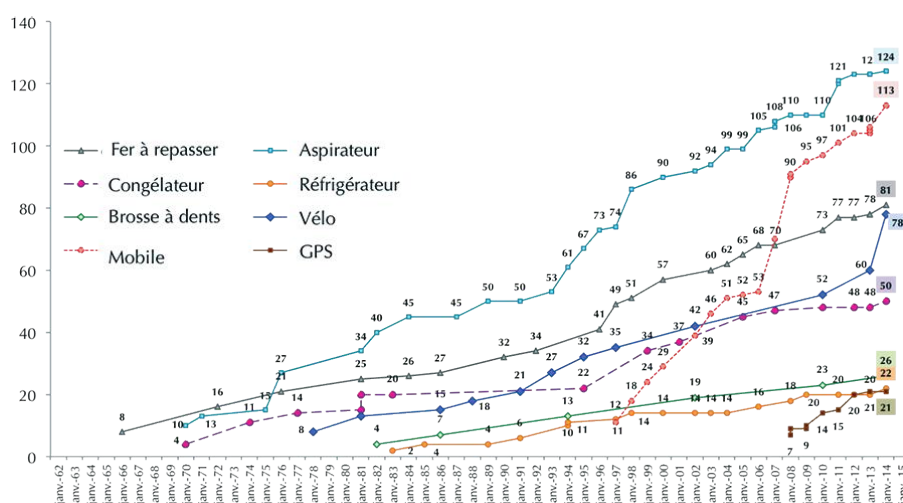


Figure 1: L'expansion fonctionnelle sur huit types de biens de grande consommation, mesurée à partir des enquêtes de prescription de la consommation (El Qaoumi, 2016)

En abscisse : année de l'enquête ; en ordonnée : nombre cumulé de fonctionnalités nouvelles utilisées dans l'enquête (par rapport à l'ensemble des fonctionnalités utilisées dans les enquêtes précédentes pour le même type de bien)

1. Hatchuel A. 2005, Towards an epistemology of collective action. Management research as a responsive and actionable discipline, *European Management Review* 2:36-44.

Dameron S., Durand T. (eds) 2011, *Redesigning Management Education and Research - Challenging Proposals from European Scholars*, Edward Elgar Publishing.

2. Le Masson P., Weil B., Hatchuel A. 2010 *Strategic Management of Innovation and Design*, Cambridge University Press.

3. El Qaoumi K. 2016, *L'expansion fonctionnelle, nouvelle mesure de l'innovation - Étude empirique et modèle post-lancastérien de la transformation des biens de consommation*, PSL Research University - MINES ParisTech.

Du paradigme de la décision au paradigme de la conception

Depuis les années 50, la rationalité, individuelle ou collective, a été étudiée dans le cadre d'un paradigme décisionnel. Pour certains, les comportements rationnels résultent du choix de la décision la meilleure ou de la plus satisfaisante. À cette vision s'oppose une approche politico-sociale de la décision, où celle-ci est toujours un compromis entre plusieurs points de vue.

Or, ces approches partagent une même hypothèse implicite : l'existence « objective » des alternatives en présence. Autrement dit, des acteurs détenant les mêmes informations généreront les mêmes alternatives. Or, chacun peut constater que cette hypothèse est incompatible avec un régime d'innovation intensive. Si elle était vraie, l'accès universel à l'information uniformiserait les processus d'innovation ! Sans cette hypothèse, il faut adopter une définition nouvelle de la rationalité de l'action. Car la valeur d'une action ne dépend plus du choix de la meilleure solution, mais de la capacité à générer et concevoir les alternatives les plus originales et celles qui suscitent les coopérations et les réseaux les plus avantageux. Dans le régime d'innovation contemporain, peu importe donc que l'acteur ne soit pas un bon décideur, s'il est capable de réinvention permanente. La rapidité accrue avec laquelle naissent et meurent les entreprises depuis trois décennies confirme ce changement profond de rationalité.

Au plan théorique, il faut donc compléter les modèles classiques de la rationalité qui supposent que la construction des alternatives se déduit des informations disponibles, aussi incomplètes et incertaines soient-elles. C'est ce que fait la théorie contemporaine de la conception (ou théorie C-K)⁴. Celle-ci propose un formalisme⁵, largement validé⁶, qui montre qu'à partir d'un état de connaissances K, il est toujours possible de générer deux groupes d'actions alternatives D et C : 1) celles (D) qui se déduisent de K (connues) et qui retrouvent le schéma décisionnel classique ; 2) celles (C) qui ne sont pas décidables dans K, mais qui peuvent être rendues meilleures que les premières. Les alternatives C sont à la fois « inconnues » et « désirables » : une fois conçues et réalisées, elles domineront les alternatives déduites de K. D est nécessairement limité, alors que C a une structure infinie, car il s'étend avec les valeurs « désirables » des acteurs et brise le déterminisme classique. Ainsi, la rationalité conceptive réside précisément dans l'aptitude individuelle et collective à générer ces alternatives inconnues et désirables, puis à rechercher les savoirs et les ressources pertinentes pour leur développement. La rationalité conceptive décrit non pas l'action dans l'incertain qui se réduit à un choix, mais l'action dans l'inconnu qui impose de « forcer » le possible. Par analogie, les alternatives C

correspondent aux solutions « imaginaires » des équations, qui peuvent être plus intéressantes que les solutions « réelles ».

On comprend pourquoi des phénomènes comme la *Silicon Valley*, la réussite très variable des start-ups ou les innovations du web, ne peuvent être expliqués par les rationalités traditionnelles. En outre, la théorie de la conception permet de revoir les notions classiques de « créativité » et « d'entrepreneuriat » souvent emmêlées. Elle montre, par exemple, que ces processus sont décrits à tort comme la recherche de « bonnes idées ». Or, celles-ci ne forment pas un stock déjà là et où l'on peut puiser. Elles ne sont pas le point de départ mais le point d'arrivée de la rationalité conceptive qui fabrique de bonnes idées à partir d'alternatives inconnues⁸.

La soutenabilité écologique, sociale, ainsi que le niveau de richesse produit par un régime d'innovation intensive, dépendent de l'appropriation sociétale de la rationalité conceptive. Sur ce plan, la théorie de la conception fait l'objet de nombreux enseignements y compris pour un large public⁹. Elle a aussi conduit à des méthodologies de gestion qui visent à renforcer la capacité des collectifs à raisonner sur des inconnus désirables. Elle inspire de nouvelles stratégies pour la recherche scientifique.

De l'organisation comme métabolisme génératif

En sciences de gestion, il est acquis que les rationalités ne sont pas indépendantes des organisations où elles se déploient. Ainsi les grandes entreprises scientifiques de la fin du XIX^e siècle n'étaient pas des bureaucraties wébériennes. En effet, avec la naissance des grands bureaux d'études (ou départements de conception) et des laboratoires de recherche, elles impulsaient non pas un système fixe de normes d'activité, mais de nouveaux collectifs voués à la création systématique de nouvelles techniques. Le régime d'innovation contemporain naît avec cette première transformation¹⁰. Mais sa forme actuelle décuple et intensifie celle qui est née à la fin du XIX^e siècle. Elle stimule des formes d'action collective inédites — laboratoires d'innovation, communautés, concours, *workplaces* (Figure 2) — qui se renouvellent avec le déploiement de techniques du Web.

Sur le plan théorique, peut-on encore parler d'organisation pour décrire ces nouveaux espaces d'innovation ? Il faut étendre la notion, qui désigne habituellement un système de normes invariantes, en lui adjoignant un « métabolisme génératif », c'est-à-dire des processus collectifs qui produisent en permanence de nouveaux artefacts et de nouveaux acteurs. Dans les années 90, le développement des structures « projets » a constitué une première forme de ce métabolisme. Mais l'installation du régime

4. Hatchuel A., Weil B. 2009, *C-K design theory: an advanced formulation*, *Research in Engineering Design* 19 (4):181-192.

5. Les mathématiques de la théorie de la conception sont très différentes des mathématiques de la décision. Les premières puisent notamment dans les théories du Forcing en Théorie des ensembles (voir à ce sujet : Hatchuel A., Weil B., Le Masson P. 2013, *Towards an ontology of design: lessons from C-K Design theory and Forcing*, *Research in Engineering Design* 24 (2):147-163) ou dans leur équivalent en théorie des Topos.

6. Sharif Ullah AMM, Mamunur Rashid M, Tamaki Ji 2011, *On some unique features of C-K theory of design*, *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology* 5 (1):55-66.

7. Dans un schéma décisionnel classique, les préférences des agents restreignent l'espace des alternatives. Dans un raisonnement conceptif, elles étendent l'espace des inconnus désirables.

8. A noter que la théorie de la conception a ainsi permis de proposer et de tester un ensemble d'hypothèses sur les processus cognitifs de la créativité (voir à ce sujet : Agogué M., Kazakçi A., Hatchuel A., Le Masson P., Weil B., Poirel N., Cassotti M. 2014, *The impact of type of examples on originality: Explaining fixation and stimulation effects*, *Journal of Creative Behavior* 48 (1):1-12).

9. Voir le MOOC « concevoir pour innover. Introduction à la théorie C-K » diffusé par Mines Paristech et PSL Research University sur la plateforme FUN.

10. C'est cette transformation que des travaux récents ont synthétisé sous la notion de « tournant Fayolien ». Voir à ce sujet la revue *Entreprises et histoire*, numéro spécial, n°83, juin 2016.



Figure 2: Innovation hub de Thales

d'innovation intensive a conduit à compléter les projets par des collectifs de conception innovante (ateliers, labs, communautés d'innovation) qui explorent l'inconnu plus radicalement¹¹. Une part importante de la recherche en sciences de gestion étudie aujourd'hui ces nouveaux métabolismes et les collectifs qu'ils produisent.

Enfin, le déploiement de la rationalité conceptive dans toutes les formes d'activités rend obsolètes les théories classiques de l'organisation et, par conséquent, les formes institutionnelles que le droit leur associe (travail, entreprise, société, association...)¹². Les sciences de gestion ne peuvent plus raisonner « à droit constant » : elles doivent contribuer, avec les autres sciences

sociales, à l'*aggiornamento* institutionnel et juridique qu'impose le régime d'innovation contemporain¹³. L'universalité des percées théoriques brièvement décrites ici est un atout important pour avancer sur cette voie.

contact&info

► Blanche Segrestin,
I3

blanche.segrestin@mines-paristech.fr

11. Midler C., Jullien B., Lung Y. 2017, *Innover à l'envers - repenser la stratégie et la conception dans un monde friugal*, Stratégie d'entreprise. Dunod.

Hooge S., Le Du L. 2016, Collaborative Organizations for Innovation: A Focus on the Management of Sociotechnical Imaginaries to Stimulate Industrial Ecosystems, *Creativity and Innovation Management* 25 (3):311-330.

Garel G., Mock E. 2016, *The Innovation Factory - Taking the Plunge!*, CRC Press, Boca Raton, FL.

Lenfle S., Le Masson P., Weil B. 2016, When project management meets design theory: revisiting the Manhattan and Polaris projects to characterize "radical innovation" and its managerial implications, *Creativity and Innovation Management* 25 (3):378-395.

12. Segrestin B., Hatchuel A. 2011, Beyond Agency Theory, a Post-crisis View of Corporate Law, *British Journal of Management* 22 (3):484-499.

13. Il faut noter que la prise de conscience accrue des responsabilités écologiques et humaines renforce l'intensification contemporaine car elle étend le champ des « inconnus désirables » et la conception de nouveaux collectifs. De façon générale, tout énoncé de valeur stimule la rationalité conceptive car il rend « désirables » des inconnus.

Être chercheur et inventeur en sciences du management : l'exemple des ateliers DKCP d'innovation

Professeur à l'Université Paris-Dauphine, Albert David est membre de l'unité *Dauphine Recherches en Management* (DRM, UMR7088, CNRS / Université Paris Dauphine). Il a créé en 2013 le Cercle de l'Innovation, une plateforme collaborative de conception et de soutien à des programmes de recherche sur l'innovation managériale, sous l'égide de la Fondation Dauphine¹.

Et si les chercheurs en sciences sociales étaient aussi des inventeurs ? Et si le processus d'invention résultait de collaborations de longue durée avec des organisations publiques ou privées partenaires de la recherche ? Cette tradition est, contrairement aux idées reçues, assez ancienne ! Taylor, au terme d'une démarche de conception systématique qui a des points communs avec une démarche de recherche, a, au début du vingtième siècle, inventé et expérimenté des « principes d'organisation scientifique des usines ». Lewin, vers la fin des années trente, est l'un des inventeurs de la recherche-action et cette démarche, en vertu du principe selon lequel « rien n'est plus pratique qu'une bonne théorie », a produit des résultats majeurs, à la fois en théorie du changement et sur des modes pratiques de conception et de pilotage des transformations. À la fin des années quatre-vingt, Kaplan a, avec Norton, élaboré le « tableau de bord équilibré » et la « comptabilité par activités » et il a, dans un article de 1998 paru dans *Journal of Management Accounting Research*, expliqué en quoi sa démarche relevait d'une recherche-action particulière, qu'il a appelée « *innovation action research* », précisément parce qu'elle inclut l'invention de techniques de management. Nous pourrions ici multiplier les exemples : la tradition de l'invention existe bel et bien en sciences du management !

Le management de l'innovation n'échappe pas à la règle : dans ce domaine aussi les chercheurs peuvent être des inventeurs. Nous allons traiter ici d'une théorie fondamentale du raisonnement d'innovation et des méthodes pratiques qui en sont l'application.

À la fin des années 90, les travaux d'Armand Hatchuel² en théorie formelle de la conception l'amènent à proposer une axiomatique du raisonnement de conception, la théorie C-K (C pour *Concept*, K pour *Knowledge*). Cette axiomatique postule :

- ▶ une distinction analytique entre un espace des concepts, C, et un espace des connaissances, K, dotés de propriétés différentes ;
- ▶ une disjonction d'autant plus forte entre C et K que n'existe pas encore ce qui est en passe d'être imaginé ;
- ▶ l'existence d'un moment clé du raisonnement, appelé « partition expansive », qui est un moment génératif traduisant une expansion de l'espace de conception et a, en conséquence, un potentiel d'innovation ;
- ▶ l'existence de quatre opérateurs cognitifs qui rendent compte du raisonnement tel qu'il passe de C à K, de K à C, ou tel qu'il combine des concepts en C ou des connaissances en K.

C-K est une théorie et non une méthode. Mais, autour d'Armand Hatchuel, des chercheurs du Centre de Gestion Scientifique (CGS) de Mines ParisTech et de M-Lab, une équipe de DRM à l'Université Paris-Dauphine, ont progressivement conçu et expérimenté,

Disjonction et partition expansive : l'exemple de Dyson et son aspirateur sans sac

Lorsque Dyson énonce son intention de concevoir un aspirateur sans sac, il y a disjonction entre le concept (« l'aspirateur sans sac ») et les connaissances dont il faut disposer pour concevoir un tel aspirateur. Les aspirateurs sans sac sont aujourd'hui un simple sous-ensemble des aspirateurs. C'est logique : lorsqu'on ajoute une propriété à un objet, on précise cet objet, donc on restreint l'ensemble de départ. Mais lorsque, à l'époque, Dyson ajoute la propriété « sans sac » au concept d'aspirateur, il produit un concept que chacun comprend mais qui ne correspond à rien d'existant. La partition, au lieu d'être restrictive, est alors expansive. Elle produit un changement d'identité de l'objet et génère un potentiel d'innovation.

en application des principes de C-K, des ateliers d'innovation. Les expérimentations ont, tout d'abord, eu lieu avec nos élèves et étudiants (option Ingénierie de la conception, aux Mines, et master MTI – Management de la Technologie et de l'Innovation – à Dauphine). Mais les entreprises qui étaient habituellement nos partenaires de recherche en management ont rapidement souhaité expérimenter la méthode : la RATP, d'abord, pour penser « le métro du XXI^e siècle », puis Thalès Avionique, sur « le cockpit civil du futur ». Des concepts et projets innovants produits lors de l'atelier ont été inclus dans la réponse de Thalès à l'appel d'offre d'Airbus pour le cockpit de l'A350... et Thalès a remporté l'appel d'offres ! Cela s'est vu dans l'industrie et nous avons commencé une série d'expérimentations et d'applications avec d'autres entreprises industrielles : Safran, DCNS, SNCF, Merck Millipore, GRTgaz, pour en citer quelques-unes. Non seulement les ateliers démontraient leur capacité à permettre la production de concepts et de projets en rupture, mais l'architecture conceptuelle qui résultait de ces dispositifs très participatifs (de 20 à plus de 80 collaborateurs de l'entreprise pouvaient être amenés à participer) restait comme un acquis : « on ne fait plus jamais de la veille comme avant » ou, encore, « c'est une révélation, je ne savais pas que je pouvais raisonner de cette façon », nous disait-on !

Les champs d'innovation concernés ont rapidement évolué pour inclure l'innovation de service, l'innovation sociale et même l'innovation managériale : déjà « le métro du XXI^e siècle », « la marche », « la station de nuit », avec la RATP, ou « le transilien innovant », « la maintenance innovante du matériel roulant » avec la SNCF, incluaient une forte dimension de service. « La relation innovante au demandeur de logement social » ou « la relation innovante au locataire », avec des organismes du logement social, ont inauguré, plus récemment, des sujets croisant les

1. Au service des projets stratégiques et innovants de l'Université Paris-Dauphine, la Fondation Paris-Dauphine a vu le jour en octobre 2008. Forte d'une vision assumée, celle de former des managers libres et responsables, elle porte au cœur de son développement un principe de responsabilité sociétale, afin que Dauphine soit – et reste – ouverte à tous les talents.

2. Armand Hatchuel est professeur à Mines ParisTech.

domaines du service et du social. Des missions professionnelles confiées aux étudiants du master MTI ont porté sur « le management innovant de l'absentéisme », par exemple, ou sur « le management innovant de la R&D dans les relations entre groupe et filiale ». Un atelier d'innovation managériale, par ailleurs, est en cours d'expérimentation avec la SNCF.

Les ateliers se déroulent en quatre grandes phases : la phase D est une phase de définition du champ d'innovation et du planification de la phase K. La phase K consiste à mutualiser de façon intensive deux types de connaissances : les connaissances « cœur de métier » en regard du champ d'innovation retenu, et les connaissances « exotiques », qui peuvent sembler éloignées mais dont on peut anticiper l'apport de valeur. Des résultats de K, on infère des concepts projecteurs, qui sont les thèmes qui guident l'exploration conceptuelle en phase C. La phase P reprend les résultats de la phase C et les transforme en projets exploratoires innovants.

Illustration pratique : le projet ANR « Lien social, habitat et situations de fragilité dans la ville innovante de 2030 (LISOHASIF) »

LISOHASIF est un projet de recherche et développement exploratoire et d'innovation dans le domaine du lien social, de l'habitat et des situations de fragilité dans la ville innovante de 2030. Il a associé les laboratoires DRM, NIMEC (Université de Rouen) et IRG (Université Paris-Est Créteil), ainsi que AG2R-La Mondiale (Réunica) et la Fondation Dauphine (Cercle de l'Innovation). Le projet a commencé le 1er mars 2013 et s'est achevé le 29 février 2016. Il a bénéficié d'une aide ANR de 165 830 euros, pour un coût total de 455 200 euros.

Reformuler la question du lien social et concevoir des dispositifs innovants de gestion des situations de fragilité à l'horizon 2030

Le projet LISOHASIF 2030 est parti d'une interrogation simple : est-il possible de concevoir des dispositifs innovants de gestion des situations de fragilité à l'horizon 2030 ? Pour y parvenir, il fallait coupler deux approches complémentaires : élaborer un cadre théorique capable d'intégrer les multiples dimensions de la question et s'organiser en atelier d'innovation sur l'ensemble de la durée du projet.

L'élaboration d'un cadre théorique intégrateur n'est pas chose facile : le lien social est ce qui explique et traduit nos façons de vivre ensemble — réelles ou imaginées. L'habitat est le cœur des lieux sociaux où se construit et s'exprime le lien social. Les situations de fragilité sont nombreuses et posent une question fondamentale : qu'est-ce qui, dans leur prise en charge, relève de chacun et de ses proches, et qu'est-ce qui relève de la société plus largement et des organisations et institutions qu'elle met en place pour ce faire ? Quelle est la part qu'il est normal de laisser à chacun et où commence l'impératif d'assistance et d'entraide ? Comment des conceptions particulières du lien social ont-elles produit, au cours de l'histoire, ces dispositifs institutionnels et de quelle façon, en retour, ces institutions modèlent-elles nos conceptions du lien social ?

S'organiser en atelier d'innovation, sur trois années, avec une vingtaine de participants permanents

Parler de « ville innovante de 2030 » est surtout une façon d'obliger à décadrer la question : plutôt que de chercher d'abord à innover dans la situation présente, nous nous sommes demandés quelle pourrait être cette ville innovante de 2030 capable de gérer des situations de fragilité peut-être identiques ou peut-être différentes de celles d'aujourd'hui. 2030 n'est néanmoins pas 2050 : beaucoup de choses peuvent changer radicalement mais, sauf catastrophe, de nombreux équipements mobiliers ou immobiliers et de nombreuses institutions et organisations d'aujourd'hui seront présents dans une quinzaine d'années, ce qui ne veut pas dire que les équilibres seront les mêmes et que nous n'aurons pas fait évoluer sensiblement nos façons de penser et d'agir.

S'organiser en atelier d'innovation, sur trois années, avec une vingtaine de participants permanents — chercheurs, consultants, responsables d'entreprises et d'associations — suppose de la méthode. Nous avons donc appliqué la méthodologie DKCP. La transposition à l'innovation sociale ne posait pas de difficulté de principe, car ces théories et ces méthodes ne font pas d'hypothèse *a priori* sur la nature des objets à concevoir.

Une formulation renouvelée du lien social et de la fragilité, des concepts et des projets innovants pour 2030... ou avant !

Le concept de cohésion sociale inclusive permet d'intégrer ces différentes questions et de formuler ensuite celle de l'innovativité d'une société, c'est-à-dire sa capacité à concevoir et mettre en œuvre de façon régulière des innovations sociales. Les situations de fragilité adviennent, quant à elles, lorsqu'il y a un risque fort de rupture de la participation active, autonome et citoyenne à la vie sociale.

Les résultats se comptent : 25 exposés experts dans la phase de mutualisation intensive des expertises et des expériences, dont



Figure 1 : les cinq journées de séminaire public pour la phase de mutualisation des connaissances (phase « K »)

nous avons inféré 8 concepts projecteurs regroupés en 3 : « Parcours défragilisant, parcours sécurisant », « Territoires à énergie sociale positive », « Les nouveaux essentiels du chez soi ».

Ces trois concepts-source ont à leur tour généré 21 concepts innovants, dont nous avons tiré 7 projets d'exploration, qu'il est possible de développer et de tester dans différents univers de fragilité.

contact&info

▶ Albert David,
DRM
albert.david@dauphine.fr

Références :

- ▶ Agogué M., Arnoux F., Brown I. et Hooge S. 2013, *Introduction à la conception innovante*, Presses des Mines.
- ▶ Marrow A. J. 1969, *The Practical Theorist. : The Life and Work of Kurt Lewin*, New York: Basic Books.
- ▶ David A., Hatchuel A. et Laufer R. 2000, *Les nouvelles fondations des sciences de gestion*, Vuibert/Fnege et nouvelle édition 2012, Presses des Mines.
- ▶ David A. 2013, La place des chercheurs académiques dans l'innovation managériale, *Revue Française de Gestion* 235 : 91-112.
- ▶ David A. 2016 (Coord.), *Lien social, Habitat et Situations de Fragilité dans la Ville innovante de 2030*, Rapport du projet ANR Lisohasif.
- ▶ Hatchuel A. and Weil B. 2009, C-K design theory: an advanced formulation, *Research in Engineering Design* 19 : 181-192.
- ▶ Kaplan R. 1998, Innovation action research : creating new management theory and practice, *Journal of Management Accounting Research* Vol. 10 : 89-118.
- ▶ Taylor F.W. 1911, *The principles of scientific management*, New York, Harper.

Le territoire à énergie sociale positive	Ce territoire là, il me donne la pêche ! Quand j'en reviens, j'ai plus d'énergie sociale que quand j'y suis entré. Je ne sais pas à quoi cela tient, mais ces lieux (en réel aussi bien qu'en virtuel), sont empathiques, intégratifs, aidants. Les fragilités y ont leur place, très naturellement, mais on n'en fait pas un pathos : ce n'est pas le bureau des pleurs ! C'est plutôt qu'il aide à tenir le coup. Et d'ailleurs, on y expérimente un tas de trucs innovants sur le lien social, l'habitat et les situations de fragilité !
Les nouveaux essentiels du chez soi	Il me faut finalement peu de choses, uniquement l'essentiel, pour me sentir chez moi. Et comme cet essentiel tient dans ma poche, je me sens partout chez moi ! Mon chez moi s'adapte à mes besoins, il évolue, il se reconfigure ; dans le temps mais aussi instantanément.
Parcours défragilisant, parcours sécurisant	Je sors de chez moi et toc, je me sens mieux, plus fort, plus en sécurité. Ce n'est pas le seul fait de traverser un lieu, une ville ou un territoire que je maîtrise mais aussi d'adopter une trajectoire de vie qui me rend plus fort. Je suis plus fort car le parcours de vie que j'emprunte m'apporte à la fois confort, mais aussi adaptation et apprentissage. Je suis plus fort car je me donne les moyens de maîtriser ma fragilité.

Figure 2 : les trois concepts projecteurs, thèmes de la phase de conception (phase C)

Projets LISOHASIF en fin de démarche DKCP	Principe de conception correspondant
Expédition apprenante de la fragilité	Vivre la fragilité pour l'apprendre
Le ChezSoiOlogue	Créer les outils pour repérer ce qui fait l'essentiel du chez soi
Observatoire de lien social	Evaluer le lien social et l'intensité des logiques inclusives
Bilan des solidarités en copropriété	Rendre un collectif responsable de sa vigilance à l'égard des situations de fragilité
Animateur de lien social	Réintroduire différentes formes de proactivité dans la fabrication de lien social
La chambre qui fait oublier les fragilités	S'appuyer sur l'habitat pour défragiliser
Robots et objets connectés	Introduire le robot et des objets connectés pour expérimenter d'autres formes de soutien à la fragilité

Figure 3 : les sept projets exploratoires innovants travaillés en phase P.

Innovation : quels liens avec la création, la croissance et la gouvernance des entreprises ?

Jackie Krafft est directrice de recherche CNRS au sein du *Groupe de Recherche en Droit, Economie, Gestion* (GREDEG, UMR7321, CNRS / Université Nice Sophia Antipolis). Ses recherches portent sur l'économie de la firme, l'économie de la science et de l'innovation, les dynamiques industrielles et régionales et les politiques européennes de recherche et d'innovation.

Situé au cœur de la technopole de Sophia Antipolis, le Groupe de Recherche en Droit, Economie et Gestion¹ développe des travaux novateurs sur l'innovation au travers de l'équipe GFI (Gouvernance, Firme et Innovation), dirigée par Jackie Krafft et Francesco Quattraro. L'équipe produit des recherches théoriques et empiriques sur des questionnements au croisement de domaines souvent considérés comme distincts : l'économie de la science et de l'innovation, la gouvernance et la finance d'entreprise, la dynamique industrielle et l'économie de l'environnement. L'objet des recherches est de lever les verrous théoriques et empiriques qui existent sur les questions suivantes : comment les stratégies d'innovation (R&D et brevets) transforment-elles l'organisation et les performances des firmes et des industries (en termes de productivité, de survie, de croissance, de distribution de taille des firmes, de localisation géographique, de coopération interfirmes, de coopération avec les laboratoires de recherche) ; comment les nouveaux enjeux de mutualisation de l'information (législation environnementale et sanitaire REACH, nouveaux prestataires logistiques, multiplication des alliances, réseaux de recherche avec les organismes de recherche publique ou privée) influencent-ils l'innovation et la concurrence ; comment la prise en compte des nouveaux enjeux environnementaux dans les stratégies d'innovation (éco-innovation) impacte-t-elle le développement d'une croissance intelligente, inclusive et durable ; les firmes à forte croissance jouent-elles un rôle spécifique dans le maintien d'une croissance intelligente, inclusive et durable ; dans quelle mesure la gouvernance d'entreprise par la valeur actionnariale se diffuse-t-elle internationalement ; le mode de gouvernance d'entreprise modifie-t-il les stratégies d'innovation des firmes et comment ; comment émergent et évoluent les industries nouvelles ?

Les cadres d'analyse mobilisés sont multiples et relèvent de la théorie de la firme, de l'analyse de la gouvernance d'entreprise, des approches de la connaissance par la complexité, de la dynamique industrielle et régionale, de l'économie de l'environnement (éco-innovations) et de l'économie de la science. La mise en œuvre de ces travaux² s'accompagne de l'utilisation, de la construction et de la structuration de bases de données de natures distinctes et complémentaires (scientifiques, technologiques, financières, obtenues via EPO, Patstat, Star Metrics, Web of Science, ISS/Risk Metrics, Bureau Van Dijk, OCDE HAN, Centre d'accès sécurisé aux données de la TGIR Progedo), ainsi que de la mobilisation d'outils divers (analyses économétriques au niveau des individus, des firmes, des secteurs, des pays ; analyse de réseaux sociaux, analyse de brevets et publications, analyses bibliométriques, études de cas, ABM).

Les résultats scientifiques obtenus constituent des points forts tant au niveau national qu'international. Un premier point fort porte sur la gouvernance d'entreprise qui structure les relations

entre actionnaires et dirigeants d'entreprise. Les travaux de GFI montrent que la valeur actionnariale, modèle né aux États-Unis, s'est largement diffusée dans les entreprises en Europe depuis les années 2000, ce qui contraste avec l'argument habituellement avancé selon lequel il existerait un modèle européen de gouvernance d'entreprise où les relations entre actionnaires et dirigeants d'entreprise seraient plutôt inscrites dans une perspective de long terme. Par ailleurs, les travaux de GFI montrent que la diffusion de ce modèle est globalement néfaste au développement de l'innovation, notamment chez les firmes les plus jeunes qui, face à des investisseurs impatients, ne sont plus incitées à déposer des brevets, alors même que leur développement le requièrerait. Un deuxième point fort porte sur l'émergence des industries, domaine dans lequel peu de recherches sont menées comparativement aux questions de maturité et de déclin industriel qui a fait l'objet d'une abondante littérature ces dernières années. Les travaux de GFI se sont portés sur l'émergence de l'industrie des nanotechnologies et ont montré que si les sauts technologiques sont nécessaires pour le développement de nouvelles industries, ceux-ci doivent néanmoins s'accompagner de processus de diversification à partir de domaines de spécialisations locaux. Le troisième point fort concerne la manière dont les firmes à forte croissance développent leurs portefeuilles de brevets. La littérature montre que les firmes ont en général tendance à explorer un large spectre d'opportunités technologiques, avant de se focaliser sur celles qui semblent les plus efficaces au cours du temps. Les travaux de GFI montrent que les firmes qui connaissent les meilleures performances en termes de croissance répondent à un schéma plus hybride, car on observe bien des stratégies d'exploration de la part de ces firmes, mais celles-ci sont couplées avec une exploitation systématique des opportunités. Ce chevauchement entre phase d'exploration et phase d'exploitation, qui est peu décrit dans la littérature, est d'autant plus fort pour les firmes à très forte croissance. Un quatrième point fort a été d'utiliser l'analyse des réseaux sociaux pour comprendre l'évolution des industries innovatrices, notamment les biotechnologies. Le point de départ est de considérer les portefeuilles de brevets de ces firmes et de calculer certaines propriétés fondamentales, comme la variété, la cohérence et la similarité. L'enjeu est d'identifier des régularités ainsi que des ruptures au cours du temps dans les processus d'innovation technologique. En mettant en lien le profil d'évolution de ces bases de connaissances avec la dynamique industrielle dans ce secteur, le résultat principal est d'expliquer comment la dynamique des connaissances dans le domaine des biotechnologies influe sur le développement industriel du secteur des biotechnologies. Enfin, un cinquième point fort est de se focaliser sur les entrées et les sorties de firmes dans un cluster local, celui de Sophia Antipolis, en identifiant les déterminants des différentes phases d'entrées et de sorties qui se sont produites depuis les années 1980. Cer-

1. Le Gredeg est un laboratoire de recherche pluridisciplinaire de l'Université de Nice et du CNRS (UMR 7321). Il est constitutif de la MSHS-SE (Maison des Sciences de l'Homme et de la Société-Sud Est), et partie prenante de l'IDEX UCA JEDI porté par l'Université Côte d'Azur.

2. Ces travaux bénéficient d'aides du gouvernement français, gérées par l'Agence Nationale de la Recherche au titre des projets Investissements d'Avenir UCAJEDI n° ANR-15-IDEX-01, et CASD n° ANR-10-EQPX-17. Ils bénéficient également de financements dans le cadre de projets européens tels que WWWFOREUROPE et PICK-ME.

tains arguments développés dans la littérature nient l'importance de la proximité géographique des firmes, mais les travaux de GFI montrent que les firmes ont bien intérêt à s'organiser en cluster. Si certaines conditions sont vérifiées sur la manière dont les liens entre entreprises, universités, consortia de recherche sont construits, le cluster peut même être une protection contre les sorties massives de firmes. Cet article s'inscrit dans la littérature montrant qu'une proximité cognitive est nécessaire en plus d'une proximité géographique pour le développement des clusters et de leurs composantes.

Les principaux résultats obtenus ont été publiés dans les meilleures revues de champ, telles que *Research Policy*, *Industrial and Corporate Change*, *Ecological Economics*, *Economic Geography*, *International Journal of Production Economics*. Les travaux de recherche sont bien reconnus et repris au niveau international, bénéficiant de bons indices bibliométriques. Pour diffuser ces résultats, l'équipe GFI organise depuis 2012 une conférence internationale annuelle intitulée *Governance of a Complex World* (GCW) qui a eu lieu à Nice en 2012 et 2015, à Rotterdam en 2013, à Turin en 2014 et à Valence en 2016. La spécificité de la conférence est de rassembler une vingtaine de conférenciers prestigieux, sur des thématiques pluridisciplinaires intra SHS, mais aussi entre SHS et spécialistes de systèmes complexes (physiciens, informaticiens, mathématiciens, biologistes). La conférence accueille environ une centaine de participants chaque année, et donne lieu à la publication de numéros spéciaux dans des revues de bonne/très bonne qualité. À destination des jeunes chercheurs, l'équipe GFI organise également une école thématique soutenue par l'InSHS, intitulée *Knowledge Dynamics, Industrial Evolution, Economic Development* (KID) depuis 2012 à Nice. La manifestation a accueilli une cinquantaine d'intervenants de renommée internationale dans le domaine ainsi qu'une centaine de participants provenant des meilleurs laboratoires en économie de l'innovation en France et en Europe.

Sur les cinq ans à venir, les futures pistes de recherche porteront un intérêt encore plus marqué sur les innovations environnementales. Une première série de travaux concerne la gouvernance des entreprises vertes, et implique d'identifier les spécificités des modes de gouvernance d'entreprise (long terme, risque, etc.) dans le cas de firmes développant brevets verts et éco-innovations, ainsi que les implications en termes de performances opérationnelles et financières de ces firmes. Il sera aussi possible d'identifier si les entreprises vertes ont de meilleurs scores de gouvernance d'entreprise que les firmes traditionnelles, suggérant possiblement des comportements différenciés de la part des investisseurs et actionnaires. Une deuxième série de travaux explorera les caractéristiques (en termes de productivité, de survie, de croissance, de distribution de taille, de localisation géographique) des firmes qui réalisent des brevets verts ou des produits et procédés verts, notamment en fonction de l'âge des firmes permettant de capter une distinction émergente dans la littérature entre, d'une part, les firmes installées entrant dans les activités vertes par diversification et, d'autre part, les firmes nouvelles nées dans les activités vertes. La recherche permettra de mieux comprendre le cycle de vie suivi par les firmes dans les industries vertes, c'est-à-dire comment les comportements et performances des firmes sont liées à la démographie industrielle, et d'envisager des politiques économiques ciblées sur certains groupes d'âge. Une troisième série de travaux se focalisera sur la diversité des compétences liée au développement des technologies vertes. La littérature montre que les régulations environnementales introduisent des changements technologiques et organisationnels qui

stimulent la demande de compétences techniques et scientifiques de haut niveau. La recherche portera sur l'identification des principaux changements quantitatifs et qualitatifs introduits par la demande de compétences vertes au niveau de la firme et des seuils de résilience. Une quatrième série de travaux s'intéressera à la résilience des réseaux complexes développés par les firmes porteuses de brevets verts ou d'éco-innovations. Une des motivations de s'allier avec d'autres entreprises ou de participer/développer un réseau est souvent l'accès à des technologies distantes du portefeuille existant. La structure du réseau (en termes de centralité, densité, etc.) et ses propriétés de résilience deviennent alors des dimensions clef de la possibilité de se rapprocher de la frontière technologique pour les firmes participant au réseau. La recherche analysera les spécificités des réseaux dans les industries vertes, notamment en termes de prévalence de structure de type *scale free* ou *small world*, et contribuera ainsi à la littérature dédiée à l'élaboration d'une analyse dynamique des réseaux sociaux dans les éco-systèmes d'(éco)innovation. Enfin, une cinquième série de travaux s'attachera à comprendre l'impact des régulations institutionnelles et codes de bonne conduite sur la capacité à engendrer des technologies, produits et procédés nouveaux. L'hypothèse de Porter est, sur ces questions, un point de référence contesté, sur lequel de nouveaux résultats théoriques et empiriques sont développés. L'objectif est de voir en quoi les régulations environnementales affectent la production de technologies nouvelles (analyse de brevets) et l'émergence de firmes nouvelles. Des incursions dans le domaine de la responsabilité sociale et environnementale et de son rôle dans la génération d'innovations et d'innovateurs sont dans cette perspective un passage obligé.

contact&info

► Jackie Krafft,
Gredeg

jackie.krafft@gredeg.cnrs.fr

Les *blockchains* sont-elles stables ?

Professeur de finance, *Christophe Bisière* est membre du *Centre de Recherche en Management* (UMR5303, CNRS / Université Toulouse 1 Capitole) et à la *Toulouse School of Economics*. Ses recherches portent sur la microstructure des marchés financiers.

Conçue à l'origine pour valider les transactions au sein du réseau de monnaie virtuelle *Bitcoin*, la technologie *blockchain* (ou « chaîne de blocs ») promet aujourd'hui de révolutionner l'industrie des services financiers. Disparition d'intermédiaires rendus obsolètes, amélioration de la sécurité et réduction drastique des coûts des transactions financières, apparition de nouvelles applications innovantes à destination des entreprises ou des particuliers : les effets attendus sont de nature à bouleverser le secteur financier de manière durable.

Le potentiel de rupture de la technologie *blockchain* tient au fait qu'elle représente une solution très efficace à un problème générique : comment maintenir de manière décentralisée un registre partagé entre des participants n'ayant pas nécessairement confiance entre eux ? Dans le réseau *Bitcoin*, ce registre contient des transactions en monnaie virtuelle, permettant de reconstituer les avoirs de chacun et d'assurer qu'un participant ne peut dépenser plus de bitcoins qu'il n'en possède. Dans le réseau *Ethereum*, ces transactions sont de véritables programmes informatiques — appelés « contrats intelligents » — qui décrivent les conditions sous lesquelles se déclenchent des transferts entre les parties prenantes. Ils sont exécutés au sein de la *blockchain*, de manière automatique, irréversible et observable par tous.

La solution au problème du registre distribué sans recours à un tiers de confiance, proposée par la technologie *blockchain*, repose sur une combinaison astucieuse de technologies connues, comme les techniques de cryptographie, et de propositions originales, en particulier concernant le protocole permettant aux participants de parvenir à un consensus sur l'état courant du registre.

Si les propriétés des techniques de cryptographie sont bien connues, celles du protocole de consensus distribué le sont beaucoup moins. Pourtant, les conséquences d'une éventuelle rupture de ce consensus ne peuvent être négligées : les participants ne s'accordant plus sur l'état du registre, plusieurs « vérités » cohabitent au sujet des transactions effectuées et des droits de propriété de chacun. Une telle situation d'instabilité serait critique pour un système dont l'intérêt pour ses usagers dépend étroitement de la confiance qu'ils accordent à sa capacité à maintenir ce consensus.

Ainsi, la technologie *blockchain* est en passe d'être massivement utilisée dans nos systèmes financiers, alors que sa stabilité intrinsèque relève davantage d'une croyance généralement admise que d'une analyse rigoureuse. Dans un travail de recherche collectif¹, nous développons une analyse de la stabilité des systèmes à base de *blockchain*.

Comment fonctionne une *blockchain* ?

Dans un réseau *blockchain*, le flux des transactions à valider (c'est-à-dire à ajouter au registre) est dirigé vers des participants appelés « mineurs ». Chaque mineur stocke ces transactions dans un bloc, y ajoute une transaction spéciale correspondant à sa récompense pour ce bloc, puis cherche à valider ce bloc. Pour ce faire, il doit résoudre un problème numérique difficile, dont le bloc est une donnée en entrée, et qui ne peut être résolu que par la force brute. Le mineur procède donc par essais-erreurs, jusqu'à ce qu'il trouve une solution. Il diffuse alors ce bloc et sa solution (appelée une « preuve de travail ») au sein du réseau, pour informer les autres mineurs de son succès. Les autres mineurs vérifient que la solution reçue est bien correcte (une opération facile, contrairement à la recherche de la solution elle-même), et marquent leur acceptation de ce bloc en abandonnant leur bloc courant et en minant un nouveau bloc de transactions à valider, rattaché à ce bloc gagnant « parent ». Le processus de recherche et de diffusion de solutions se poursuit, créant de proche en proche une chaîne de blocs validés, représentant l'état courant du registre.

Une chaîne unique, comme celle du schéma 1, reflète un consensus parfait entre les participants : à cet instant, tous observent la même chaîne et la considèrent comme représentant l'état courant du registre. Ils minent donc tous sur le même bloc parent (ici, le bloc numéro 3). Mais une telle situation, idéale, n'est pas garantie.

Une première raison est liée aux propriétés physiques du réseau : les blocs gagnants mettent du temps à le parcourir. Il est donc possible que deux mineurs, relativement éloignés l'un de l'autre, valident leur bloc à des moments rapprochés, avant d'avoir reçu le bloc gagnant de l'autre. À ce stade, deux visions de la *blockchain* cohabitent au sein du réseau, les autres mineurs adoptant la vision du mineur gagnant le plus proche, comme illustré en haut du schéma 2.

Pour retrouver un consensus, les mineurs sont censés suivre une règle de sélection du bloc parent sur lequel miner, règle qui consiste à toujours miner au bout de la chaîne la plus longue connue d'eux. Ainsi, le dissensus évoqué plus haut disparaîtra naturellement lorsqu'un mineur validera et diffusera un nouveau bloc (par exemple, le Bloc 3', en bas du schéma 2), créant une chaîne plus longue d'un bloc que celles des autres mineurs, et imposant ainsi très rapidement un consensus correspondant à sa vision du registre. Une « fourche » est bien apparue, mais elle était très courte et n'a persisté qu'un court moment.

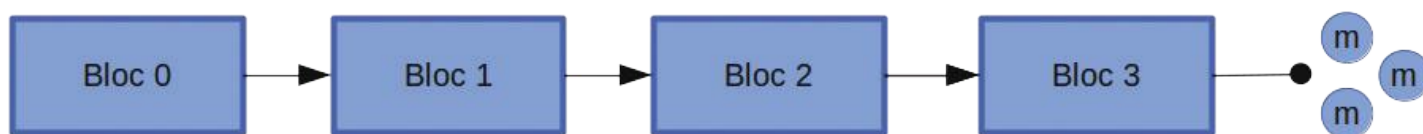


Schéma 1 : Une *blockchain*, et des mineurs (« m ») travaillant de concert pour la prolonger

1. Biais B., Bisière C., Bouvard M., Casamatta C. 2016, *The blockchain folk theorem*, working paper.

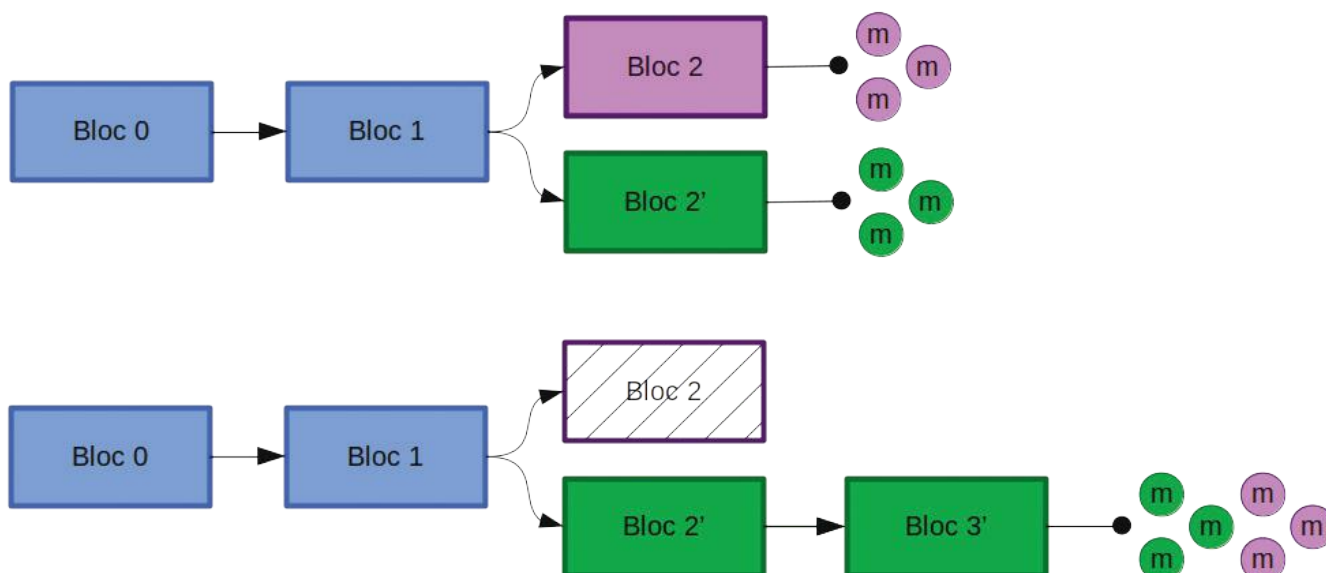


Schéma 2 : Résolution d'un dissensus par la règle de la chaîne la plus longue.
 En haut : à cause des délais dans le réseau, les mineurs se retrouvent à miner sur deux branches différentes.
 En bas : le groupe qui trouve le bloc suivant (ici 3') impose sa branche comme nouveau consensus. Le Bloc 2 est abandonné.

Une autre raison, souvent soulignée, est celle d'un comportement malveillant. Un participant qui souhaiterait provoquer l'annulation d'une transaction présente dans un bloc déjà miné — dans le but de récupérer des unités de monnaie virtuelle déjà dépensées — devra miner un bloc à partir d'un bloc parent situé avant le bloc contenant cette transaction, et tenter de créer à partir de là une chaîne concurrente plus longue que la chaîne actuelle, afin que les autres mineurs abandonnent spontanément la portion de la chaîne contenant la transaction. Cependant, les chances de réussite d'un mineur luttant contre tous (car seul sur sa fourche) pour résoudre le problème numérique difficile, sont minces, à moins que ce mineur possède une puissance de calcul considérable — impossible à atteindre dans les réseaux *blockchains* matures. En d'autres termes, réécrire l'histoire des transactions dans la *blockchain* est excessivement coûteux.

Une *blockchain* est un jeu de coordination

Tout semble indiquer que la règle de la chaîne la plus longue, associée à la difficulté du problème numérique à résoudre, élimine toute possibilité d'apparition de fourches « sérieuses » (c'est-à-dire longues et éventuellement persistantes), garantissant ainsi la stabilité de la *blockchain*.

Notre travail consiste à évaluer cette conjecture, du point de vue théorique, à l'aide de la théorie des jeux. Pour ce faire, nous modélisons une *blockchain* comme un jeu dans lequel des mineurs rationnels choisissent stratégiquement le bloc parent sur lequel miner. Stratégique, un mineur prend en compte ce qu'il anticipe des choix des autres pour prendre sa propre décision. La règle de la chaîne la plus longue est une stratégie possible, mais ce n'est pas la seule. Pour simplifier, nous supposons que les mineurs observent instantanément toutes les transactions et tous les blocs, et que leurs gains ne sont constitués que des récompenses en monnaie virtuelle attachées aux blocs qu'ils ont minés. Éliminant ainsi les frictions à l'origine des instabilités évoquées plus haut, nos résultats sur la possibilité de fourches en seront renforcés.

Dans ce cadre, comment se comporte un mineur ? On voit qu'il est soumis à deux forces. En premier lieu, les récompenses qu'il a éventuellement obtenues en minant des blocs dans une chaîne

donnée vont le rendre réticent à abandonner cette chaîne pour aller miner sur une éventuelle fourche en amont. En effet, si cette fourche devenait un nouveau consensus, ses récompenses, associées à des blocs maintenant exclus du registre, ne vaudraient plus rien. Cette première force a tendance à stabiliser toute situation, qu'il s'agisse d'une situation avec fourche ou sans fourche. En second lieu, un mineur préfère *a priori* miner là où il anticipe que les autres mineurs vont miner. En effet, miner seul sur une branche, quand tous les autres travaillent à prolonger une autre branche, revient à utiliser sa puissance de calcul en pure perte, puisque les récompenses éventuellement obtenues ne vaudront rien. Cette seconde force peut favoriser l'apparition de fourches, suivant les anticipations des mineurs.

Il est important de noter que, pour un mineur, le fait d'avoir commencé à miner un bloc n'est pas une raison en soi de continuer à le miner. La nature du problème numérique à résoudre fait qu'un essai de solution a toujours la même probabilité de succès, indépendamment du nombre de tentatives déjà effectuées sur ce bloc. Cette probabilité ne dépend que de la capacité de calcul du mineur et de la difficulté du problème à résoudre, fixée par le protocole. La probabilité ne dépendant ni du bloc miné ni des blocs que les autres mineurs ont choisi de miner, l'activité de minage n'est pas une course entre mineurs, dans laquelle le premier à trouver la solution au problème gagnerait une récompense au détriment des autres.

Ainsi, le jeu entre les mineurs apparaît comme un jeu de coordination, dans lequel l'anticipation du comportement des autres joue un rôle essentiel.

Consensus et dissensus

Dans ce jeu stratégique, une configuration de la *blockchain* peut être qualifiée d'équilibre quand les stratégies des mineurs sont cohérentes entre elles, au sens où aucun mineur, si on lui révélait les choix effectués par les autres, ne souhaiterait modifier son propre choix. Ainsi, à l'équilibre, aucun mineur n'a intérêt à changer de stratégie, c'est-à-dire à changer le bloc parent sur lequel il mine.

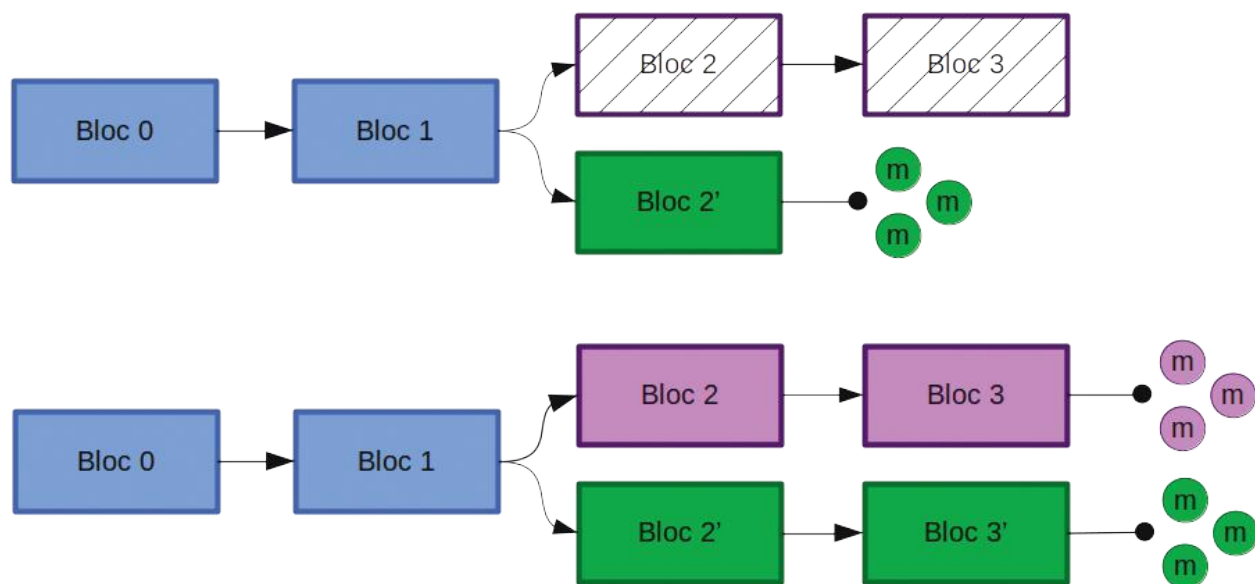


Schéma 3 : Deux configurations d'équilibre, sous-optimales

Un premier résultat est rassurant : parce qu'un mineur qui anticipe que les autres mineurs appliquent la règle de la chaîne la plus longue a intérêt à la suivre également, une chaîne unique, sans fourche, est une configuration d'équilibre. De plus, cette configuration « consensuelle » est robuste, face à de petits écarts anticipés quant à l'application de la règle de la chaîne la plus longue.

Cependant, comme souvent dans les jeux de coordination, d'autres équilibres sont possibles. Comme illustré en haut du schéma 3, on peut avoir à l'équilibre une configuration dans laquelle une portion de la chaîne est collectivement abandonnée au profit d'une branche créée en amont. C'est une configuration sous-optimale, car les récompenses attachées aux blocs abandonnés sont définitivement perdues. Un autre résultat du modèle, plus négatif encore, est illustré en bas du schéma 3. Il est possible d'obtenir à l'équilibre une fourche persistante, les mineurs se répartissant sur les deux branches, et continuant à y miner. Le dissensus est ici complet et la valeur sociale de la *blockchain* est sérieusement entamée.

En somme, nous montrons que le consensus peut être atteint au sein de la *blockchain*, mais qu'il n'est pas possible d'exclure les situations dans lesquelles des fourches temporaires ou persistantes apparaissent, et ce même en l'absence de mineurs malveillants.

De telles situations ont bien été observées dans les deux plus grands réseaux à base de *blockchain*, Bitcoin et Ethereum.

contact&info

► Christophe Bisière,
CRM
bisiere@univ-tlse1.fr

UN CARNET À LA UNE



The Recipes Project. Food, Magic, Art, Science, and Medicine

Le carnet *The recipes project* fête cette année ses cinq années d'existence. Animé par une véritable communauté de plus d'une centaine de contributeurs, il réunit des universitaires et des étudiants venant de différents pays européens et anglo-saxons. Ensemble, ils proposent une exploration commune du « monde étrange et merveilleux » des recettes anciennes des quatre coins du globe (Europe de l'Est, Méditerranée, Asie, pays anglo-saxons...)

Loin de se cantonner à l'étude de l'alimentation, les contributeurs échangent autour de toutes sortes de recettes. Ainsi, les sujets abordés vont des formules « magiques » et *philtres d'amour*, aux recettes de beauté et remèdes (notamment contre les *lendemains difficiles*), en passant par les mixtures pour la conservation des

morts. Ces recettes sont de véritables sources historiques, riches d'enseignements pour les historiens et leurs lecteurs.

En effet, loin d'être anecdotique, l'étude des livres de recettes et de remèdes donne accès non seulement aux préoccupations quotidiennes partagées dans les sociétés anciennes (entretien de la maison, santé, peurs collectives...), mais aussi aux pratiques et savoirs médicaux et pharmacologiques, notamment ceux des femmes (particulièrement sur la douleur ou la fertilité). Les auteurs du carnet interrogent aussi la transmission écrite de ces recettes et ce, de manière parfois expérimentale, plusieurs contributeurs relatant leurs essais de reconstitution de recettes, suivies à la lettre depuis les ingrédients jusqu'au matériel utilisé, ou adaptées aux techniques actuelles (extraction, distillation, conservation).



Les recettes traduisent ainsi les connaissances pratiques de leurs auteurs autour des ingrédients utilisés, qu'ils le soient par leur action effective ou parce que teintés de vertus « magiques ».

Le groupe, ouvert aux enthousiastes et passionnés qui souhaiteraient le rejoindre, partage activement sa passion des recettes anciennes sur les réseaux sociaux *Twitter* et *Facebook*.

**Céline Guilleux, Marion Wesely
et François Pacaud**

contact&info

► Elaine Leong
Max Planck Institute
for the History of Science
eleong@mpiwg-berlin.mpg.de
► Pour en savoir plus
<http://recipes.hypotheses.org>
<http://www.openedition.org/11503>

contact&info

► François Pacaud
CLEO / OpenEdition
francois.pacaud@openedition.org
► Pour en savoir plus
<http://www.openedition.org>
<http://cleo.openedition.org>

la lettre de l'InSHS

- **Directeur de la publication** Patrice Bourdelais
- **Directrice de la rédaction** Marie Gaille
- **Responsable éditoriale** Armelle Leclerc armelle.leclerc@cnrs-dir.fr
- **Conception graphique** Sandrine Clérisse & Bruno Roulet, Secteur de l'imprimé PMA
- **Graphisme Bandeau** Valérie Pierre, direction de la Communication CNRS
- **Crédits images Bandeau**
© Photothèque du CNRS / Hervé Théry, Émilie Maj, Caroline Rose, Kaksonen
- **Pour consulter la lettre en ligne**
www.cnrs.fr/inshs/Lettres-information-INSHS/lettres-informationINSHS.htm
- **S'abonner / se désabonner**
- **Pour accéder aux autres actualités de l'InSHS**
www.cnrs.fr/inshs

Institut des sciences humaines et sociales CNRS

• 3 rue Michel-Ange 75794 Paris cedex 16 •

ISSN : 2272-0243