

Institut Rhônalpin des Systèmes Complexes (IXXI)
Rapport d'activité 2021 & Projet 2022

-
Sciences des Complexités
&
Complexités des Sciences
-

www.ixxi.fr

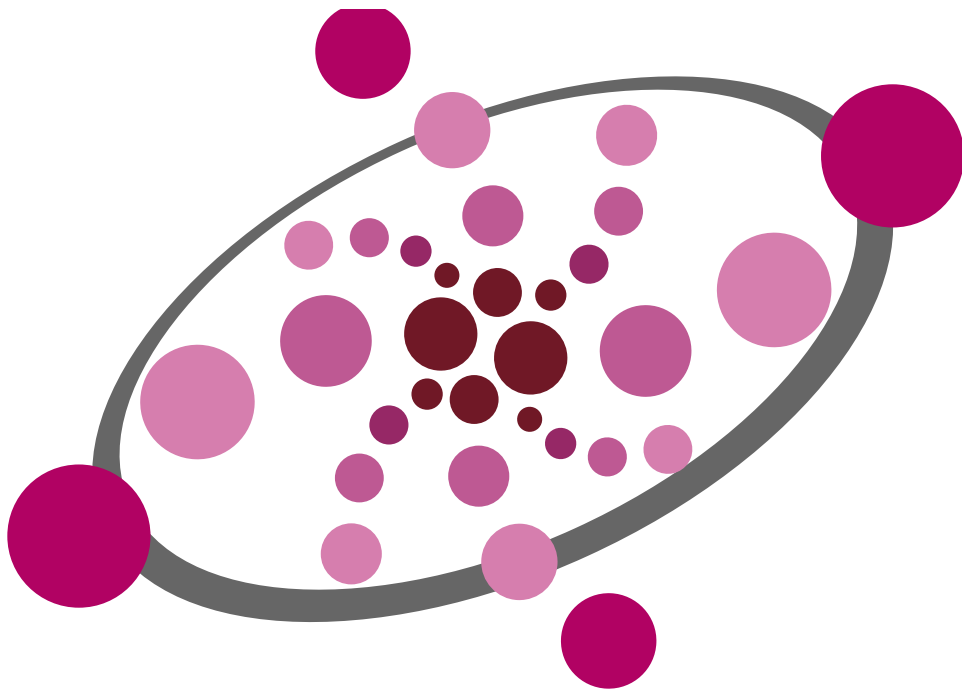


Table des matières

1	L'institut rhône-alpin des systèmes complexes	4
1.1	Structure, missions et moyens	4
1.2	Essence du projet scientifique 2021-2025	5
2	Rapport d'activité de l'année 2022	7
2.1	Gouvernance et administration, consortium, locaux, commu- nications et visibilité, bilan financier	7
2.1.1	Gouvernance et administration	7
2.1.2	Consortium	7
2.1.3	Réseau National des Systèmes Complexes (RNSC)	8
2.1.4	Locaux	8
2.1.5	Bilan financier de l'année 2022	8
2.1.6	Communications et visibilité	9
2.2	Animation de la recherche	10
2.2.1	Appel à Projets.	10
2.2.2	Cycles de séminaires	11
2.2.3	Journées d'études	14
2.2.4	Actions de formation	20
2.3	Activités de recherche et exemples de retombées scientifiques	22
2.3.1	Exemples de retombées scientifiques	22
2.3.2	Cliométrie et Complexité	26
2.3.3	Apprentissage et Intelligence Artificielle	27
2.3.4	Langage comme Système Complexe	27
2.3.5	Réseaux informatiques	28
2.3.6	Traitement du signal sur graphe	29
2.3.7	Croissance bio-inspirée	29
2.3.8	L'Institut Michel Serres	30
3	Projets pour l'année 2023	32
3.1	Projets de recherche	32
3.1.1	Préambule	32
3.1.2	Langage comme Système Complexe	33
3.1.3	Sciences, société et arts	33
3.1.4	Économie de la gouvernance, des inégalités et des conflits	35
3.1.5	Politiques de l'information	35
3.1.6	Enjeux de développement durable	36
3.2	Animation de la recherche	37
3.2.1	Conférences et colloques nationaux et internationaux	37
3.2.2	Cycles de séminaires	38
3.2.3	Journées d'étude	39
3.2.4	Actions de formation	40
3.2.5	Appel à Projets 2023	41

3.2.6	Enseignements	41
3.3	Consortium : Entrée de l'Université Jean Monnet Saint Etienne	42
3.4	Gouvernance et budget	44
3.4.1	Direction de l'IXXI	44
3.4.2	Partenaires du GIS IXXI	44
3.4.3	Budget 2023 : recettes et dépenses prévisionnelles	44
A	Projet scientifique pour les années 2021-2025	48
A.1	Sciences des complexités	48
A.1.1	Information et Intelligence artificielle	48
A.1.2	Transition numérique	49
A.1.3	Grands enjeux scientifiques et sociétaux	51
A.2	Complexités des Sciences	55
A.2.1	Sciences et société	56
A.2.2	Sciences et Arts	58
A.2.3	Sciences et (in)formation	59
A.3	Animation et gouvernance de la recherche	61
A.3.1	Animation de la recherche	61
A.3.2	Gouvernance	65
B	L'Institut Michel Serres	67

1 L'institut rhône-alpin des systèmes complexes

1.1 Structure, missions et moyens

L'IXXI, institut rhône-alpin des systèmes complexes, né en 2006, est organisé sous forme d'un Groupement d'Intérêts scientifiques (GIS), porté par les établissements de recherche nationaux (CNRS et Inria), de nombreux établissements universitaires lyonnais (Université Claude Bernard Lyon 1, Université Lumière Lyon 2, INSA de Lyon, ENS de Lyon, Enssib) et rhône-alpins (Université Grenoble Alpes et Université Savoie Mont-Blanc).

L'IXXI est hébergé à l'ENS de Lyon.

L'IXXI a pour mission de favoriser et d'animer les activités de recherche :

- interdisciplinaires, réunissant notamment les compétences de sciences humaines et sociales (SHS) à celles des sciences exactes ou expérimentales (SEE),
- à forte prise de risques,
- sur des sujets émergents et relatifs aux grands enjeux sociétaux modernes,
- organisés autour l'analyse et à la modélisation de la complexité des systèmes et structures d'information et des grandes masses de données.

L'IXXI pense ses activités autour de deux axes principaux,

- Sciences des complexités et de l'information et
- Complexités des sciences,

Ces thèmes de recherche sont motivés par la transition vers un monde numérique et virtuel, que nous expérimentons tous dans la vie quotidienne, et qui confronte les acteurs de la recherche scientifique, toutes disciplines confondues, à de nouvelles complexités à la fois dans la définition des objets de la science (fond) et dans la pratique de celle-ci (forme).

L'IXXI organise ses activités via des réseaux scientifiques multi-échelles :

- Le réseau scientifique rhône-alpin : environ 600 membres,
- Les résidents (hôtel à projet) environ 60 chercheurs,
- Les partenaires historiques, naturels ou potentiels :
 - Biologie Systémique de Lyon (BioSyL),
 - Maison des Sciences de l'Homme, Lyon, Saint-Etienne,
 - Sciences des Données de Lyon et Saint-Etienne (SciDoLySE),
 - Fabrique des questions simples (FDS), Université de la mutation,
 - Institut Michel Serres
 - Centre Blaise Pascal (CBP),
 - Institut Mathématiques-Planète-terre,
 - Institut des Sciences de l'Environnement.

L'IXXI structure ses activités d'animation de la recherche par l'organisation de, ou le soutien à :

- des conférences nationales ou internationales,
- des grands cycles de séminaires,
- des journées d'études,
- des journées de formation permanente,
- d'un Appel à Projets, émergents, interdisciplinaires, à forte prise de risque.

1.2 Essence du projet scientifique 2021-2025

L'IXXI entend, sur la période 2021-2025, poursuivre et renforcer son activité de catalyseur d'activités de recherches et de réflexions dédiées à l'analyse et à la modélisation de la complexité des systèmes et structures d'information et des grandes masses de données. L'IXXI renforcera ainsi ses efforts pour construire des "appréhensions globales" et "entre les disciplines" de tels objets.

L'IXXI cherchera à favoriser et susciter des travaux et réflexions pluridisciplinaires, réunissant notamment les compétences de SHS à celles des SEE.

L'IXXI cherchera également à favoriser et susciter des travaux et réflexions en prise avec les grands enjeux sociétaux contemporains. Les deux versants de cette même question définiront les deux axes stratégiques, Sciences des complexités et de l'information, Complexités des sciences, qui structureront les activités de l'IXXI.

Le premier axe, Sciences des complexités et de l'information, s'articulera en deux directions de travaux méthodologiques relatives aux challenges scientifiques modernes rencontrés dans l'appréhension de la complexité des systèmes et structures d'information et des grandes masses de données dans un monde digital :

- Information et Intelligence artificielle : Accès à et analyse, fouille, modélisation de l'information par apprentissage automatique. Représentations d'informations et de données robustes, contrôlées, utilisables, explicables, visualisables.
- Transition numérique : Transformations induites par le numérique dans les pratiques et inter-pratiques des sciences exactes, expérimentales, médicales, sociales et humaines. Réflexions sources vs. données. Production de données ouvertes, partagées et documentées, dans une perspective de sciences ouvertes et reproductibles et de la relation sciences et société.

Ces deux directions seront déclinées autour de sujets privilégiés en lien avec les grands enjeux sociétaux :

- Neurosciences,
- Santé publique, crise sanitaire et urgence Covid,

- Biologie systémique,
- Lecture/interprétation de l'information par analyse textuelle,
- Urgence climatique et écologique.

Le second axe, Complexités des sciences, sera construit autour de trois directions :

- Science et Société, avec plusieurs grands séminaires de réflexions interdisciplinaires.
- Science et Arts : La Science au service de l'Art (aide à l'expertise scientifique), l'Art au service de la Science (médiation scientifique), créations artistiques science-inspirées. Rapprochement avec les musées.
- Science et Formations : Enseignements inter-disciplinaires, formations permanentes, (in)formation du citoyen.

Dans la mise en œuvre de ce projet, l'IXXI cherche à tisser et rendre visible un réseau de relations scientifiques existantes, à enrichir ou à construire entre les structures de recherche rhônalpines dont les activités relèvent des objets et thèmes mentionnés ci-dessus. L'IXXI donne ainsi un nouvel élan fédérateur à ses relations historiques (BioSyL, Maison des Sciences de l'Homme de Lyon Saint-Etienne) et établit des synergies avec des partenaires naturels, dont la naissance a été aidée par l'IXXI (SciDoLySE, Fabrique des questions simples, Université de la mutation, Institut Michel Serres), ou potentiels (Centre Blaise Pascal, Institut Mathématiques-Planète-terre, Institut des Sciences de l'Environnement).

Dans les moyens mis en place pour ce projet, l'IXXI poursuit son soutien à l'organisation de rencontres (conférences, workshops, séminaires) permettant les échanges scientifiques interdisciplinaires, en étant notamment attentif à leur virtualisation, rendue nécessaire par la crise sanitaire. L'IXXI revendique l'amplification d'un appel à projets conçu pour satisfaire les us et coutumes de chaque champ disciplinaire, mais de formes simples et souples, conditions sine qua non de créativité, d'interdisciplinarité, de prise de risques et d'exploration des frontières. L'IXXI proposera un format de visiteur régulier de son hôtel à projet. L'IXXI organise un renouvellement et une réorganisation de son comité de direction en proposant à chacun de ses membres d'être plus particulièrement en charge de l'un des objectifs ou des aspects de son projet.

Le projet scientifique complet est détaillé en section [A](#).

Le rapport de l'année 2022 et le projet pour l'année 2023 ont été rédigés par P. Abry, en étroite coordination avec J.-P. Magué et l'assistance de Mme Barthélémy. Il a été construit collégalement par l'ensemble du Comité de Direction et a bénéficié de nombreuses informations et suggestions des résidents et de l'ensemble des membres du réseau IXXI.

2 Rapport d'activité de l'année 2022

2.1 Gouvernance et administration, consortium, locaux, communications et visibilité, bilan financier

2.1.1 Gouvernance et administration

Patrice Abry et Jean-Philippe Magué, qui ont porté le projet de renouvellement de l'IXXI à l'automne 2020, ont été nommés à la direction de l'IXXI en décembre 2020, et renouvelés en décembre 2021. La direction de l'IXXI bénéficie de la présence pérenne de Mme Barthélémy, gestionnaire, mise à disposition de l'IXXI à mi-temps par l'ENS de Lyon.

Le Comité de Direction (CD) de l'IXXI a été largement renouvelé au début de l'année 2021, pour permettre la meilleure représentation de toutes les partenaires du GIS et des disciplines. Y sont récemment entrés des représentants des équipes résidentes numériquement importantes par soucis de meilleure coordination entre le CD et les résidents. La liste des membres du CD peut être consultée [ici](#). Il a été également décidé que les comptes-rendus des CD seront systématiquement distribués aux résidents à partir de 2023 et davantage relayés par la remise en place d'une NewsLetter.

Le Comité de Pilotage (CP), en charge de la mise en place et de l'évaluation de l'Appel-à-Projets a été largement renouvelé au printemps 2021 et permet une excellente représentation des partenaires du GIS et des disciplines. Son président est de facto membre du CD pour meilleure coordination entre CD et CP. La liste des membres du CP peut être consultée [ici](#).

La direction de l'IXXI a organisé en juin 2022 une assemblée générale réunissant les résidents, CD et CP. Les tutelles étaient invitées, certaines étaient présentes. Cette assemblée générale, souhaitée par la direction de l'IXXI, a permis de rediscuter collectivement les enjeux et perspectives du projet scientifique global de l'IXXI et, nous le croyons, aux résidents et membres du réseaux de mieux appréhender la possibilité de positionner leurs démarches scientifiques individuelles ou d'équipes dans ce projet collectif.

2.1.2 Consortium

CNRS. La direction de l'IXXI a discuté avec le CNRS pendant l'année 2021, via l'INP, l'INSHS et la MITI. Ces discussions ont permis de ré-envisager la coordination des activités de l'IXXI avec le CNRS, qui, via l'implication active et appréciée de la MITI, contribue dorénavant au soutien financier des activités de l'IXXI. La direction de l'IXXI a été invitée au comité de direction de la MITI (29/11/2022) pour y présenter l'IXXI et envisager des actions communes MITI/IXXI.

Université Savoie-Mont-Blanc (USMB). L'USMB n'a pas versé de contribution financière en 2022. Après discussions entre la direction de l'IXXI et

la Vice-Présidente Recherche, il a été convenu que l’USMB rétablirait son soutien financier à l’IXXI dès 2023.

Université Jean Monnet Saint-Etienne (UJM). La direction de l’IXXI et la Vice-Présidente Recherche ont discuté ensemble de la pertinence et du bénéfice conjoint de l’entrée de l’UJM dans le consortium IXXI. Le plaidoyer scientifique, issue de ces discussions, et rapporté en section 3.3 conduit la direction de l’IXXI à proposer aux partenaires du consortium l’entrée de l’UJM dans le consortium IXXI dès janvier 2023.

2.1.3 Réseau National des Systèmes Complexes (RNSC)

La direction de l’IXXI a renoué des discussions avec les directions des autres instituts des Systèmes Complexes en France, l’ISC-Paris-île-de-France notamment. L’IXXI a désormais un représentant au jury du prix de thèse en systèmes complexes, et au comité d’organisation de la conférence française des systèmes complexes, dont la prochaine édition se tiendra au havre en 2023 [FRCCS2023](#).

La direction de l’IXXI contribue aux discussions entre ISC pour la création de la section française de la Complex System Society.

2.1.4 Locaux

Les locaux de l’IXXI, malgré le réaménagement de 2021, sont de nouveau complètement pleins, essentiellement du fait des succès scientifiques et aux appels d’offres de certaines équipes résidentes de l’IXXI dont la taille croît en conséquence. L’IXXI envisage, de plus, l’accueil de nouvelles équipes résidentes (cf. section ??).

Cette tension sur les locaux est un sujet de préoccupation croissant de l’IXXI. Il empêche la mise en place du projet de résidence à *temps partiel* affichée dans le projet de l’IXXI. L’ENS de Lyon, qui héberge l’IXXI, est informée de cette situation et travaille avec l’IXXI à la recherche de solutions.

2.1.5 Bilan financier de l’année 2022

Les tableaux de la figure 1 présentent les recettes et dépenses de l’IXXI pour l’année 2022.

Les recettes effectives ont été supérieures à celles prévues grâce à la contribution du CNRS, au soutien accru à BiosSyL de l’université Lyon I, et à l’augmentation du soutien financier de l’ENS de Lyon.

Les dépenses réalisées, conformes à celles prévues, sont essentiellement destinées à l’animation scientifique : Appel à Projets et organisation de journées scientifiques. Celles-ci ont été principalement en présentiel en 2022. Les journées d’excellentes qualités (cf. section 2.2 pour la description de

leur contenu scientifique) ont parfois pris des formats longs (plusieurs jours) et ont été soutenues en conséquence. Certains projets retenus à l'Appel à projets proposaient l'organisation d'événements complémentaires, que nous avons soutenus en plus. Le porteur d'un projet financé a finalement choisi, quoique nous ne le réclamions pas, de rendre la subvention en fin d'année, n'ayant pas réussi à rassembler les autres financements nécessaires au démarrage du projet. Cet argent de nouveau disponible en toute fin d'année n'a pu être réengagé en 2022. Nous remercions l'ENS de Lyon, qui héberge le budget de l'IXXI, de s'être engagé à *restituer* à l'IXXI une large fraction du montant correspondant en 2023.

Recettes 2022	prévues	réalisées
<i>Cotisations des membres du GIS</i>		
CNRS	0,00 €	5 000,00 €
Université Grenoble Alpes	12 000,00 €	12 000,00 €
INRIA	10 000,00 €	10 000,00 €
ENS de Lyon (sans compter prélèvement Fonds de Rech. de	35 300,00 €	39 200,00 €
ENS (subventions conférences)	0,00 €	3 500,00 €
Université Lyon 1	10 000,00 €	7 000,00 €
INSA Lyon	5 000,00 €	5 000,00 €
Université Lyon 2	5 000,00 €	5 000,00 €
Université Lyon 3	0,00 €	0,00 €
Enssib	5 000,00 €	5 000,00 €
Université de Savoie Mont Blanc	5 000,00 €	0,00 €
Financement BioSyl INRIA	0,00 €	7 000,00 €
Financement BioSyl Uni. Lyon 1	10 000,00 €	10 000,00 €
Total	97 300,00 €	108 700,00 €

Dépenses 2022	prévues	réalisées
Fonctionnement	12 300,00 €	10 400,00 €
Investissement	0,00 €	3 500,00 €
<i>Report 2023 (ENS)</i>	<i>0,00 €</i>	<i>4 000,00 €</i>
<i>Report 2023 (CNRS)</i>	<i>0,00 €</i>	<i>5 000,00 €</i>
Organisation et soutien d'événements	45 000,00 €	38 300,00 €
Appels à projets	40 000,00 €	47 500,00 €
Total	97 300,00 €	108 700,00 €

Figure 1: Recettes et dépenses de l'IXXI en 2022.

2.1.6 Communications et visibilité

Le site web de l'IXXI a été fortement rénové en 2021 et est régulièrement alimenté pour rendre visible les activités de l'IXXI.

La publication régulière d'une NewsLetter a été remise en place avec une nouvelle équipe de rédaction. Elle assurera notamment une meilleure circulation de l'information (décisions prises et projets proposés par le CD notamment, appels à candidature, prix de thèse, ...) vers les résidents et les membres du réseaux IXXI et des réseaux partenaires.

2.2 Animation de la recherche

L'IXXI dispose de plusieurs instruments pour conduire son animation scientifique.

2.2.1 Appel à Projets.

L'année 2022. L'appel à projets (conjoint entre l'IXXI, la MSH LSE, et Bio-SyL) a reçu, en 2022, 17 propositions couvrant l'ensemble des thèmes représentés à l'IXXI, offrant un spectre continu des SHS aux SEE (cf. figure 2). Le CP a sélectionné la quasi-totalité des projets (15/17) à l'exception de deux propositions ne respectant pas le format des soumissions et pour lesquelles les informations suffisantes pour leur évaluation n'étaient pas disponibles. Les propositions émanaient de l'ensemble des institutions partenaires de l'IXXI, même si elles étaient majoritairement issues des partenaires lyonnais. Le CP, en charge de la sélection scientifique, salue une nouvelle fois l'originalité des propositions proposant d'aborder des sujets risqués en réunissant des consortiums très interdisciplinaires, collaborant assez souvent pour la première fois. Le CP a proposé (de façon non contraignante) le cas échéant, des collaborations complémentaires quand un axe disciplinaire du projet ne semblait pas être couvert. Il est à noter que cette année, les consortiums proposés étaient plus étroits disciplinairement qu'habituellement, peut-être une conséquence des années Covid qui n'ont pas permis à des rencontres dans les locaux de l'IXXI de se produire.

La liste des 9 projets finalement soutenus par l'IXXI est disponible [ici](#).

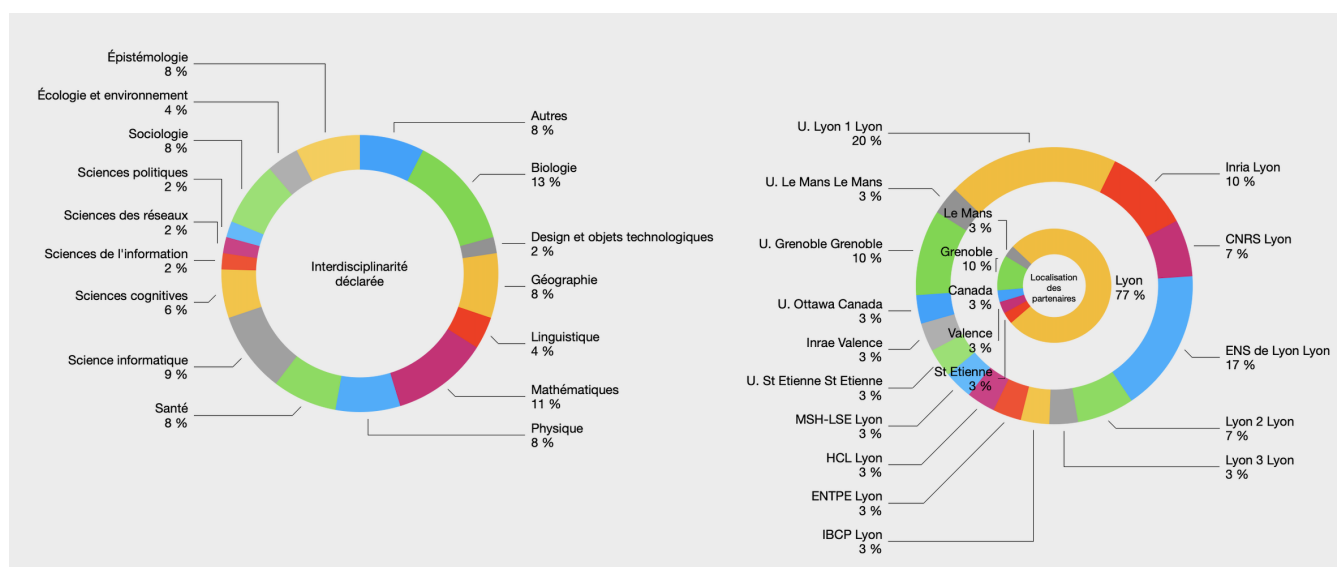


Figure 2: Appel à Projets 2022. Disciplines et établissements.

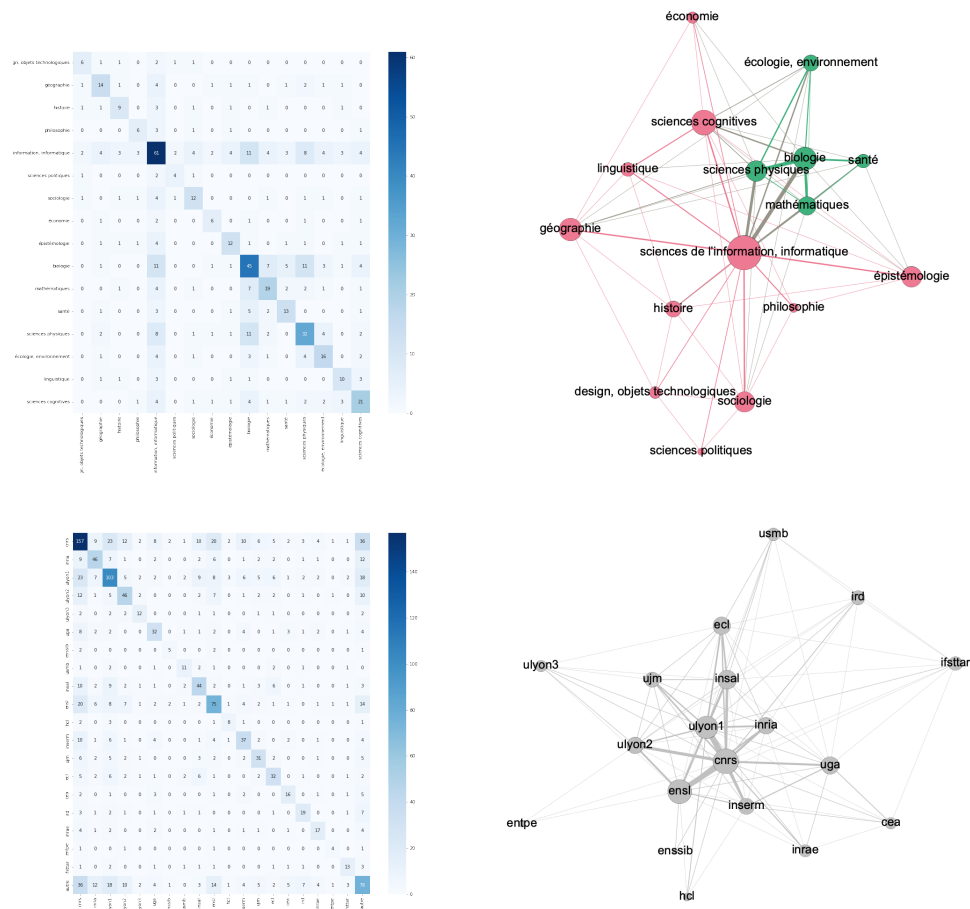


Figure 3: **Appel à Projets : Bilan 2016-2022.** Graphes de relation et recherches de communautés, par disciplines et par établissements.

Bilan 2016-2022. La figure 3, construite à partir des informations relatives aux projets soutenus par l'IXXI de 2016 à 2022, montre d'abord et surtout, l'efficacité de l'appel-à-projet à créer et permettre des travaux interdisciplinaires. La recherche de communauté dans le graphe sous-jacent aux travaux interdisciplinaires montre que la barrière SHS / SEE reste visible, même si, de façon intéressante, informatique et science de l'information sont déjà associées à la communauté SHS. Elle souligne aussi le tissage d'un réseau étroit de relation, sans communauté, entre les établissements rhône-alpins, partenaires du GIS ou non.

2.2.2 Cycles de séminaires

L'IXXI a proposé en 2022 cinq cycles de séminaires, disciplinaires ou interdisciplinaires, orientés vers des questions de recherches fondamentales

aussi bien que vers des problèmes sociétaux, souvent ouverts aux citoyens, sans biais et sans media.

La plupart des conférences données pendant ces cycles de séminaires ont été enregistrées et sont disponibles sur la page [page diffusion de savoir](#) ou sur la chaîne [YouTube de l'IXXI](#).

Le descriptif de ces cycles de séminaires peut être consulté [ici](#). En voici de courtes présentations.

Intelligence artificielle et langage. Le séminaire Intelligence Artificielle et Langage mis en place en 2021 a été reconduit en 2022. Face aux avancées rapides de l'IA pour traiter les langues et les données textuelles, ce séminaire a pour objectif la diffusion de ces méthodes nouvelles vers des communautés scientifiques qui gagneraient à s'en emparer. Il en propose donc une exploration des aspects théoriques, techniques et éthiques à un public non spécialiste mais curieux.

Ces approches ont pour particularité d'être développées tant dans le milieu académique que dans le milieu industriel. Elles font d'ores et déjà partie de notre quotidien. L'IXXI a donc pris soin dans l'organisation de ce séminaire de convier des intervenants du monde industriel. Une attention a également été portée à un équilibre entre intervenants et intervenantes.

Ce séminaire a été organisé entièrement en ligne. Cela lui a permis d'avoir une audience dépassant le site lyonnais et de connaître un succès certain avec une moyenne de près de 70 participants par séance. L'ensemble des séances ont été enregistrées et sont disponibles sur la chaîne YouTube de l'IXXI.

En 2022, les séances ont abordé les thématiques suivantes :

- "CamemBERT must die! (jk,lol)" Beyond Sesame street-based naming schemes (Djamé Seddah, Sorbonne Université, Inria)
- SmarterBots : Améliorer les connaissances d'un agent dialoguant sans effort grâce aux progrès du TALN (Wissam Siblini, Worldline Labs)
- La vulgarité chez Aristophane : les vecteurs de mots pour comprendre comment on a osé la traduire (Marianne Reboul, ENS de Lyon, IH-RIM)
- Few-Shot Intent Classification in User-Generated Short Texts : Application to Conversational Agents (Thomas Dopierre, Meetic)
- Éthique et traitement automatique des langues : ce dont on parle, ce dont on ne parle plus, ce dont on ne parle pas (Karàn Fort, Sorbonne Université, LORIA)

Machine Learning & Signal Processing. Ce cycle de séminaires est organisé conjointement par les équipes résidentes (Dante et SiSyPhe) de l'IXXI intéressées par les développements techniques de l'apprentissage et de l'IA.

Mise en récits opposés des découvertes scientifiques. Ce séminaire d'épistémologie des mathématiques, organisé par E. Guichard, et donné par J. Dhombres, a eu pour objectif au cours de ces neuf séances, de mettre en place une typologie de récits de découvertes en les constituant en genres épistémologiques, et en jouant sur des oppositions binaires prises chaque fois sur des cas concrets. Les exemples n'ont été choisis que dans le domaine des sciences physico-mathématiques.

À partir de divers exemples (Pythagore, Torricelli, Fourier, von Neumann, etc.), Jean Dhombres a précisé les contextes d'une découverte, la variété des formes de sa réception, attributions de paternité incluse. En filigrane, il a montré les limites d'une histoire des sciences globalisante, en insistant sur la singularité des acteurs et des situations.

Ses exemples montrent la fécondité d'une recherche quasi-archéologique qui n'évite pas la complexité : lecture et traduction de textes anciens écrits en mauvais latin (Roberval), compréhension fine de démonstrations mathématiques souvent sophistiquées et sollicitant parfois des concepts désuets, maîtrise de la socio-histoire propre à l'exemple étudié.

Le séminaire s'ancre dans un régime dual, où le présentiel s'articule avec le distanciel, avec des doctorants et des chercheurs de Lyon, Paris et Bruxelles.

Extraction, traitement et visualisation de données complexes en géographie (XVIIIe siècle - XIXe siècle). La géographie du XVIIIe siècle reste relativement mal connue dans le champ de l'histoire de la géographie. Or elle constitue un maillon essentiel pour comprendre épistémologiquement ce qui se joue durant ce siècle. La géographie des Lumières se présente en effet en tension entre héritages de savoirs et de pratiques du début de la période moderne, et projet d'organisation et de disciplinarisation qui se dessine dès la fin du XVIIIe siècle. Le cycle de conférences proposé pour la période 2021-2023 se fixe un double but :

- Ressaisir cette tension à travers le prisme de trois grandes encyclopédies françaises parues entre 1751 et 1902 ;
- Intéresser un réseau national et international à la mise au point d'une interface de navigation interactive à même d'articuler
 - a) une visualisation cartographique des lieux et des populations évoquées dans ces encyclopédies,
 - b) une visualisation des discours les plus significatifs sur le plan textométrique tenus à propos d'eux,
 - c) la possibilité à tout moment de contextualiser ces données grâce à des informations accessibles relatives à l'épistémologie et à l'histoire de la géographie entre le XVIIIe et le XIXe s.

Trois grandes thématiques structurent ce cycle et alterneront dans le temps :

1. Histoire et épistémologie de la géographie au prisme des encyclopédies françaises du XVIIIe et du XIXe siècle

2. Linguistique des discours, traitement automatique des langues.
3. Systèmes d'information géographique, Géomatique et visualisation des données

Atelier Internet Lyonnais. Ce séminaire animé par E. Guichard étudie les transformations du *numérique* et la manière dont cet objet permet de penser les articulations entre épistémologie, philosophie des techniques et philosophie politique; il s'articule autour de quatre axes : culture de l'écrit (numérique); pouvoirs de l'écrit; numérique et politique; faiblesses de la pensée critique.

Les séances se tiennent majoritairement avec un ou une invité(e) en présentiel et sont largement suivies en visio-conférence (participants de Paris, Bordeaux, parfois de Suède).

Parmi les intervenants de l'année universitaire 2021–2022, notons quatre auteurs d'ouvrages récents : Valérie Charolles, Alexandre Monnin, David Chavalarias (Dr de l'ISC-PIF), Jean Lassègue.

Le séminaire est reconduit pour l'année 2022-2023 et sa première séance s'est tenue le 7 novembre 2022. Il permet d'amplifier les liens entre l'IXXI et le laboratoire Triangle (SHS, ENS de Lyon). Par exemple, est actée la tenue d'une demi-journée au sein de ce laboratoire sur la thématique *Impact du numérique sur la pensée politique*.

2.2.3 Journées d'études

Concernant les journées d'étude, l'année 2022 a été particulièrement riche à l'IXXI avec un retour massif au présentiel et l'organisation de plusieurs journées exceptionnelles par leur ampleur (étendues sur deux parfois trois jours) et leur qualité scientifique. En voici de rapides compte-rendus, par ordre chronologique.

Machine Learning and sampling methods for climate and physics. 4 avril 2022, Hybride. [programme](#).

Cette journée d'étude a été organisée en avril 2022 conjointement par l'IXXI et le Laboratoire de Physique de l'ENS de Lyon (F. Bouchet, P. Borgnat, P. Abry). Elle avait pour objet de rassembler dans un même lieu des équipes de recherches intéressées par la mise en œuvre de méthodes avancées de *Machine Learning* pour les applications de la physique et du climat. Elle avait pour ambition plus large de susciter des questions et des discussions sur la mobilisation des approches d'apprentissage automatique et de méthodes pilotées par les données pour contribuer à la compréhension de mécanismes physiques et géophysiques qui sous-tendent les évolutions climatiques.

Les orateurs invités étaient :

- Manon Michel, "Recent developments in sampling algorithms" Université Clermont-Auvergne (<http://manon-michel.perso.math.cnrs.fr>)
- Ronan Fablet, "End-to-end and physics-informed learning for dynamical systems", IMT Atlantique, Lab-STICC, AI Chair OceaniX (<https://rfablet.github.io>)
- Tom Beucler, "Atmospheric Physics-Guided Machine Learning : Towards Physically-Consistent, Data-Driven, and Interpretable Models of Convection" Université de Lausanne (CH) (<https://www.unil.ch/gse/fr/home/menuinst/vie-facultaire/promotions-nominations/beucler-tom.html>)
- Davide Faranda, "When machine learning deciphers the 'language' of atmospheric air masses" IPSL (<https://www.lsce.ipsl.fr/Pisp/davide.faranda/>)
- George Miloshevich, Probabilistic forecasting of heat waves with deep learning ; ENS de Lyon, CNRS, Physics Laboratory.

La journée a été un franc succès, accueillant un nombreux public (une quarantaine de personnes sur site et autant de connexions par visioconférence). De plus, nous avons constaté que ces thèmes, qui rejoignent des questions liées au changement global, et qui impliquaient la question de comment remettre de la connaissance expert dans les architectures d'IA, ont rassemblés non seulement des experts du domaine mais aussi des chercheurs motivés par d'autres champs d'application mais se posant les mêmes questions sur les relations connaissances experts versus apprentissage IA. Là, où on pouvait craindre que l'audience soit restreinte à l'intersection des scientifiques actifs en apprentissage machine et physique du climat, le public de la journée, au contraire, fut très varié avec des participants de nombreuses disciplines. Ces chercheurs d'autres disciplines ont eu accès à l'information de la tenue de cette journée par la mise en relation des réseaux auxquels l'IXXI contribue, via non seulement les listes de diffusions IXXI mais celles de BioSyL, ScyDoLySE, et de plusieurs GdR.

Journée neuroinfo CRNL-IXXI. 15 juin 2022, co-organisé par Nicolas Fourcaud-Trocmé (CRNL, IXXI), Jérémie Mattout (CRNL, IXXI) et Moustafa Bensafi (CRNL) [-programme-](#).

Dans le champ des neurosciences, les développements des technologies expérimentales mettent les chercheurs face à de nombreux défis : les données sont multi-échelles (du gène et de la cellule à l'individu), très hétérogènes (signaux électrophysiologiques, images, verbatim, données comportementales...), volumineuses et de nature complexe. Combiner ces données représente un verrou à la fois scientifique et méthodologique qu'il est nécessaire de lever afin de mieux comprendre le cerveau humain dans son état normal et pathologique. Une approche interdisciplinaire telle que promue par l'IXXI combinant expérimentation, modélisation et analyses informatiques multi-échelles est nécessaire pour aborder ces problèmes dans toute leur complexité. Plusieurs collaborations entre chercheurs de l'IXXI (notamment du LIRIS, de CREATIS ou du laboratoire de physique de l'ENS de Lyon) et avec des équipes en

neurosciences existent déjà mais touchent encore trop peu d'équipes.

Dans ce contexte, la journée organisée conjointement par le Centre de Recherche en Neurosciences de Lyon (CRNL) et l'IXXI réunissait chercheurs théoriciens, expérimentateurs et cliniciens avait pour but d'informer, stimuler et structurer des interactions existantes ou naissantes, à la frontière entre neurosciences, modélisation et informatique. Elle a connu un succès important avec la participation de plus de 80 personnes.

Deux types d'intervention ont eu lieu. D'une part des présentations de projets impliquant des collaborations entre théoriciens et expérimentateurs (3 projets invités et 3 projets sélectionnés suite à un appel à participation), d'autre part des présentations de structures, notamment lyonnaises, pouvant favoriser ce type d'interaction (MITI du CNRS, centre INRIA, formations universitaires, centre de calcul, IXXI). Les retours ont été très positifs et ce type de journée sera probablement reconduit dans le futur.

La première partie de cette journée a permis de présenter des exemples de collaborations en cours. Dans un deuxième temps, à partir de présentations courtes, des chercheurs en neurosciences ont mis en avant des jeux de données, ou des problématiques, pour lesquels un apport théorique ou informatique leur semble nécessaire, et sous le même format, des chercheurs théoriciens ont présenté des méthodes dont ils souhaiteraient poursuivre le développement dans le champ des neurosciences. Un temps d'échanges informels a conclu la journée.

Effets politiques des réseaux sociaux, 7 et 8 Juin 2022, [programme](#).

Sophie Hatte et Jordan Loper ont organisé un workshop, co-financé par le département d'économie et l'IXXI, rassemblant parmi les meilleurs mondiaux, des chercheurs sur la question des effets politiques des réseaux sociaux ("Political effects of social media"). Au total, 6 présentations ont eu lieu et ont donné lieu à des échanges très riches, que cela soit sur les outils utiles à la collecte de données sur les réseaux sociaux ou sur l'influence des réseaux sociaux sur la place des femmes dans la politique africaine, le rôle des fake news, et encore le rôle des réseaux sociaux chez les politiciens.

Journée et hackaton Crypto-monnaies. 27-29 juin 2022, [programme](#). A été organisé un double événement autour des crypto-monnaies :

1. un colloque *crypto-monnaies et autres monnaies alternatives numériques* orienté vers les jeunes chercheurs de 2 jours, interdisciplinaire, en particulier informatique/économie, avec des collègues économistes co-organisé par des chercheurs en informatique (Rémy Cazabet, LIRIS), et en économie/socio-économie (Jérôme Blanc, Oriane Lafuente-Sampietro, Triangle). Invitation de 12 jeunes chercheurs (doctorants/post-doctorants) pour présenter leurs travaux en cours et publiés, + 4 chercheurs confirmés, en sciences de l'information, économie et socio-économie. [programme](#). L'objectif était de réunir

des points de vues et des connaissances diverses sur ce système socio-technique, qui présente de nombreux intérêts et de nombreux challenges couvrant plusieurs disciplines : économie, droit, informatique en particulier. Le mode d'invitation, original, a reposé sur un travail des organisateurs de recherche d'auteurs par technique de graphe appliqué aux données bibliométriques

2. Un Hackathon/Datathon *Une journée en Bitcoin* proposant à plusieurs équipes de chercher à analyser l'activité au sein de données de crypto-monnaies. Ce challenge était ouvert à tous et consistait à demander à des candidats, répartis en groupe de 2 à 3 personnes, d'analyser des données de la blockchain Bitcoin. Ces données ont été obtenues et préparées dans le cadre du projet ANR BITUNAM (Bitcoin User Network Analysis and Mining), porté par Rémy Cazabet. Elles étaient constituées de l'ensemble des transactions ayant eu lieu 24h avant et 24h après un événement important de l'écosystème Bitcoin, un halving. Deux prix, respectivement de 300 et 150 euros, ont été distribués aux équipes ayant fait l'analyse la plus pertinente. 10 candidats ont participé au challenge. [programme](#)

L'objectif était également de réfléchir à la création d'un groupe de recherche interdisciplinaire francophone -formel ou informel- sur le sujet.

Journées d'Été des Savoirs Engagés et Reliés (JESER), co-organisée avec l'IXXI, 27-29 août 2022, présentiel. [programme](#).

Depuis quelques années, l'urgence écologique mène des ingénieurs à désertier et des collectifs de chercheur.e.s à réinventer les sciences en s'ouvrant à la société. Rassembler ce petit monde pour faire un état des lieux, échanger et se former était l'objectif des JESER (Journées d'Été des Savoirs Engagés et Reliés), organisées à Lyon fin août avec le soutien de l'IXXI. Le collectif organisateur comprenant 11 associations a dû refuser du monde, car les 200 places de l'amphi ont été prises d'assaut. Une bourse aux activités, où chacun(e) pouvait proposer des ateliers, ont permis de faire émerger des sujets d'intérêt commun, au-delà de ceux imaginés par les organisateurs. Bien sûr, ces savoirs engagés et reliés poursuivent des projets très divers, mais on peut distinguer deux grandes tendances. D'abord, la contre-expertise. Des associations comme Avicenn, la CRIIRAD, ou les observatoires éco-citoyens, ouvrent à la société civile un savoir expert (mesure de la radioactivité, toxicologie des déchets industriels). Le but est de contrer un effet de monopole des savoirs, aboutissant à un manque de transparence sur ces sujets sensibles. Ces associations manquent souvent de reconnaissance institutionnelle, autant pour leur expertise technique (dévalorisation des savoirs non produits par l'État ou l'industrie) que pour leur financement (subventions nécessaires pour rendre la contre-expertise accessible à tous). L'enjeu est pourtant crucial dans une démocratie de plus en plus structurée par des savoirs experts. Ensuite, la création de nouvelles formes de connaissances, qui redirigeraient

nos sociétés hors du sentier de la grande accélération. Ici, au lieu d'utiliser des connaissances expertes similaires à celles des académiques, on exerce un regard plus critique sur le type même de connaissances produites. Ainsi, ATD Quart Monde promeut le *Croisement des savoirs et des pratiques*, pour que le savoir issu de l'expérience de vie des personnes qui connaissent la pauvreté dialogue avec les savoirs académiques, et que les mesures de lutte contre la pauvreté ne soient plus décidées sans concertation avec ceux qui la vivent. L'atelier *paysan* vise l'autonomie technique et économique des agriculteurs biologiques, en leur permettant de générer collectivement de nouveaux savoirs et savoir-faire, pour construire des outils adaptés à leurs pratiques. Il se positionne explicitement contre le modèle agricole *productiviste*, qui favorise l'utilisation de machines high-tech et rendent l'agriculteur *dépendant de l'ingénieur, du banquier, du numérique*. Plusieurs structures tentent de susciter et nourrir ces savoirs engagés et reliés. Les JESER ont ainsi accueilli LaMYNE5, un *laboratoire citoyen* villeurbannais qui soutient les expérimentations et les actions sur les transitions (habitat, alimentation, énergie, etc.), que cela passe par des low-tech, les arts ou les sciences. L'association Sciences Citoyennes promeut depuis 20 ans l'appropriation des sciences par les citoyens comme un moyen essentiel d'avancer vers mutation écologique et sociale. Pour mettre les sciences au service du bien commun, elle promeut les sciences participatives, l'accroissement des capacités de recherche de la société civile et l'élaboration démocratique des choix scientifiques et techniques, parce que la recherche est une chose trop sérieuse pour être laissée aux seuls scientifiques. Le Centre de Ressources en Botanique Appliquée (CRBA), que les participants ont pu visiter, est un bon exemple de ces collaborations fécondes. Pour aider la métropole de Lyon à devenir résiliente, ce laboratoire de la biodiversité coordonne des tests collaboratifs de variétés, effectués avec les habitant.e.s, qui adoptent gratuitement des variétés, les testent dans leurs jardins et reversent ensuite une partie des graines dans le conservatoire commun. Les JESER ont lancé une dynamique forte, aussi bien sur la structuration au niveau national (les JESER-2 sont déjà en préparation) que sur les réflexions communes : plusieurs tribunes ont été publiées depuis dans la presse (liste ci-dessous) par des participants. - Le Monde, 8 septembre 2022, Olivier Hamant et Pablo Jensen : Remplaçons le classement de Shanghai par un palmarès plus durable - Le Monde, 12 septembre 2022, collectif : Confier L'affectation de 10- Le Monde, 27 septembre 2022, Kévin Jean, Jérôme Santolini et Julia Steinberger, *la désobéissance civile des scientifiques est justifiée sur les plans éthique et pragmatique* - AOC, en presse, Pablo Jensen, Y a-t-il quelque chose de pourri au royaume des institutions scientifiques ? Quelques enseignements des Journées d'Été des Savoirs Engagés et Reliés

A complex approach to cancer understanding, co-organisée par l'IXXI, Bio-SyL et Plascan, 17-18 octobre 2022, présentiel. [programme](#).

La conférence a été organisée par Marc Billaud (Plascan ; Centre de Recherche en Cancérologie de Lyon), Sara Franceschelli (IXXI, ENS de Lyon, IHRIM UMR 5317), Olivier Gandrillon (BioSyL, IXXI, ENS de Lyon, CNRS), Sophie Gomez (Plascan, CRCL), Pierre Sujobert (Plascan ; Hospices Civils de Lyon ; CIRI (centre international de recherche en infectiologie) et elle a eu lieu les 17 et 18 octobre à L'Amphi Descartes de L'ENS de Lyon.

Thématique : Le cancer est une maladie multifactorielle, qui trouve son origine au cœur même des systèmes vivants multicellulaires. Ses causes vont des événements moléculaires au mode de vie, en passant par de subtiles interactions entre ces éléments. Pour être compris et, finalement, vaincu, il nécessite un effort multidisciplinaire. L'objectif de notre conférence a été de réunir des biologistes, des philosophes des sciences, des mathématiciens, des biologistes des systèmes, des sociologues, des médecins, pour n'en citer que quelques-uns, afin de favoriser une large conversation interdisciplinaire sur la nature multiforme du cancer.

Structure et contenus : La conférence a été structurée en six sessions, portant pour titre : *Plasticity, Order and disorder, Uniqueness, Stemness, Failing promises, Multiscale Dynamics*. Les présentations de sept conférenciers invités et de six orateurs retenus à la suite d'un appel à contribution ont été suivies par une table ronde. 89 personnes se sont inscrites et environ 80 ont effectivement suivi la conférence.

Aborder la question d'une approche systémique, y compris l'utilisation de la modélisation, pour étudier le cancer, a été pour nous non seulement le terrain commun pour notre collaboration en tant qu'organisateur de différentes institutions de recherche, mais aussi une façon d'inviter à une réflexion sur le sens des pratiques scientifiques et médicales également à la lumière de perspectives philosophiques, épistémologiques et historiques. Comment définir le cancer en tenant compte de l'impasse du réductionnisme moléculaire (les mutations des drivers ne sont ni nécessaires ni suffisantes) et de l'impasse de la définition histologique (cf. le surdiagnostic du cancer du sein et de la prostate) ? Avons-nous besoin d'une théorie du cancer ? Un modèle mathématique ou même mécaniste peut-il aider à étudier le cancer ? Comment et sous quelles formes et circonstances une approche réductionniste d'un phénomène vivant comme la cancérogénèse peut être pertinente ? Ces questions témoignent de l'actualité des vieux débats entre réductionnisme et holisme, mécanisme et organicisme. Notre objectif commun a été d'aborder ces questions dans toute leur technicité, dans les pratiques scientifiques contemporaines d'étude du cancer. Ainsi, la présence de biologistes, de philosophes des sciences, de mathématiciens, de systémiciens, de médecins, et le choix d'animer une table ronde à partir de questions préparées par les organisateurs et envoyées une semaine à l'avance aux intervenants invités, a été le signe de notre volonté de développer un dialogue entre spécialistes de terrain et praticiens des sciences humaines.

Cet événement a également permis une excellente prise de contact entre

la direction de l'IXXI et celle de Plascan. Une prochaine rencontre est prévue pour envisager des projets commun.

Journée IXXI : l'IXXI après le corona, 17 novembre 2022, ENS de Lyon, hybride - [programme](#). Cette journée a rassemblé plus de 70 membres du réseau IXXI et étudiants des formations interdisciplinaires des établissements partenaires (dont 50+ en présentiels).

La matinée a été consacrée à un échange de grande qualité à trois voix sur le thème de l'*apprentissage*, envisagé par un informaticien, un neuroscientifique et un philosophe/anthropologue. Les enregistrements de ces conférences sont accessibles en ligne [ici](#).

L'après-midi a consisté en une présentation de la structure IXXI et de ses objectifs, complétée par les compte-rendus de plusieurs des journées et actions de l'IXXI par leurs organisateurs. Ils ont montré la richesse et la variété des activités de l'IXXI vis-à-vis de la promotion d'une recherche interdisciplinaire, engagée pour la société. L'intensité des échanges, la richesse des questions soulignent la pertinence de cette journée de l'IXXI.

2.2.4 Actions de formation

Dans son nouveau projet, la direction de l'IXXI a décidé de donner une place importante aux actions de formation permanentes à destination, non seulement des étudiants et doctorants, mais peut être aussi et surtout des post-doctorants et permanents. Il nous semble en effet que la formation aux outils de base des autres disciplines constitue l'un des moyens essentiels de l'interdisciplinarité. Il nous semble également que l'une des clés du succès de ces formations, mesurable, a minima, par le nombre d'inscriptions, réside dans le fait qu'elles soient dispensées par des chercheurs et enseignants-chercheurs, de notre univers académique, experts du domaine, et non par des prestataires externes.

Leurs succès posent évidemment des problèmes de gestion logistique. Le service *formation* de l'ENS de Lyon sera contacté pour envisager une gestion avec davantage de ressources logistiques de ces formations ainsi qu'une montée en puissance de cette activité de l'IXXI. Les services *formation* des autres partenaires du GIS seront progressivement impliqués dans ce processus.

Ce succès plaide enfin pour qu'un mode de rémunération des personnes qui assurent ces formations, un engagement exigeant et chronophage, soit mis en place et simplifié (intégration dans les heures de services pour les enseignants-chercheurs, facturation de prestations, ...).

Voici un rapide compte-rendu des deux actions de formation organisées par l'IXXI en 2022.

Formation *Manipulation de données textuelles en Python*. [programme](#).

La formation *Manipulation de données textuelles en Python* a été organisée en collaboration avec la MSH-LSE le 8 février 2022, par J.-P. Magué et J. Velcin. Le public visé était des chercheurs et enseignants-chercheurs (à minima en doctorat) en Sciences Humaines et Sociales. L’objectif est de permettre aux communautés SHS, dont la formation technique fait souvent défaut, de s’emparer d’approches computationnelles et quantitatives. L’ensemble du cycle de traitement des données a été couvert, de leur collecte à leur analyse. Les participants étaient au nombre de 22, des candidats ayant du être refusés la jauge de la salle étant atteinte.

Formation cartographie. programme Cette formation, assurée par E. Guichard et A. Chemardin (collaborateur externe de l’IXXI de longue date) s’est tenue le 15 novembre 2022 à l’Ens de Lyon (site Monod). Elle a connu un impressionnant succès, avec plus de cent inscrits ! Seize seulement ont pu être accueillis en présentiel, du fait de limites logistiques. Une quarantaine de personnes ont également participé en visio-conférence. Ces personnes distantes étaient en de multiples villes (Paris, Rouen, Lille, Marseille, Strasbourg, etc.). La gestion de participants en présentiel et en distanciel est une vraie difficulté. La présence d’étudiants de l’IXXI aguerris à Python dans la salle a efficacement permis d’y faire face.

D’une durée de 6h (en fait 6h30), elle a permis aux participants de se familiariser avec le SVG, le html, python, et surtout avec les problématiques spécifiques à la cartographie. Le propos a été de montrer comment on peut faire une carte avec un fond et des rudiments de programmation. L’exemple qui a été proposé aux participants est représentatif de l’optique choisie : produire diverses cartes des dernières élections législatives françaises (2022), avec une focalisation originale sur l’abstention. Nous avons mis à disposition des participants un fond de carte (contours et centres des circonscriptions) préalablement nettoyé et en un format lisible : txt, svg ou json. Nous avons également fourni divers fichiers (population, résultats électoraux). L’exercice a consisté à produire des scripts simples (majoritairement python, mais aussi perl voire javascript) qui génèrent des cartes svg encapsulées en des fichiers html, complétées de légendes, avec des chartes graphiques définies par les participants. Divers paramétrages ont permis de multiplier les cartes, afin d’explicitier les apports méthodologiques et heuristiques d’une telle cartographie : un changement de paramétrage (d’hypothèse) conduisant à la production d’une nouvelle carte en 2 secondes. Le but a donc été d’initier à une production automatisée de cartes, éventuellement interactives, destinées à la publication en ligne.

Le succès de cette formation invite à sa reconduction.

2.3 Activités de recherche et exemples de retombées scientifiques

Par nature, les activités de recherche de l'IXXI sont nombreuses et diverses, par leur forme, leur fond, leur ampleur, de sorte qu'en donner une description exhaustive n'est ni réaliste ni pertinent. Nous choisissons donc, dans un premier temps, d'illustrer, à travers une poignée d'exemples, comment des activités initiées dans le cadre des actions de l'IXXI, souvent soutenues par l'Appel-à-Projets IXXI-BioSyL-MSHLSE, ont permis l'organisation, la structuration et le développement de travaux de recherche de plus grande ampleur. Nous proposerons, dans un second temps, de manière non exhaustive et probablement arbitraire, l'évocation brève de quelques directions de recherche suivies par les résidents IXXI ou des membres des réseaux IXXI, représentatives de la diversité des financements accordés par l'IXXI ou de celle des projets des résidents ou membres du réseau IXXI.

2.3.1 Exemples de retombées scientifiques

1 - ERC déposée : Global Crustal Magma Model (GLO-MAG)

Un projet ERC Synergy a été déposé le 8 Novembre 2022 sur des thématiques de type systèmes complexes. Ce projet fait suite à une première collaboration initiée via l'appel à projet IXXI en 2019 [Modelling volcano plumbing systems as dynamic networks](#).

Le porteur du projet est Rémy Cazabet (UCBL, LIRIS, IXXI), et Claire Lesieur est un autre membre IXXI financé sur le projet. Le budget demandé est 2.5 M pour le partenaire lyonnais, 9.5M au total. Les 3 autres partenaires sont des géologues confirmés :

- Jean-François Moyen (Université Clermont Auvergne , France)
- Catherine Annen (Geofyzikalni Ustav Av CR, V.V.I., Czech Republic)
- Roberto Weiberg (Monash University, Australia)

Le projet, *GL-MAG : A Global Crustal Magma Model*, vise à développer un modèle global multi-échelle du magmatisme dans la croûte terrestre, en utilisant les outils de la modélisation et de l'analyse des systèmes complexes pour surmonter les difficultés de construire un modèle confronté à un système ayant de grandes diversité d'échelles de temps et d'espace, une structure en réseau (réseaux de plomberies magmatiques), des boucles de rétro-actions, etc.

L'IXXI aura un rôle primordial à jouer dans ce projet : en cas de financement, nous nous sommes engagé à organiser un cycle de séminaires réguliers sur plusieurs années autour de la création de modèles des grands systèmes complexes : climat, modèles stellaires, cerveau, épidémies, etc. Le porteur lyonnais est le coordinateur de l'aspect système complexe du projet.

Indiquons, de plus, que la structure d'hôtel à projet à *temps partiel* a ici joué son rôle permettant aux équipes concernées de se retrouver à l'IXXI de

manière ponctuelle et ciblée pour rédiger cette ERC.

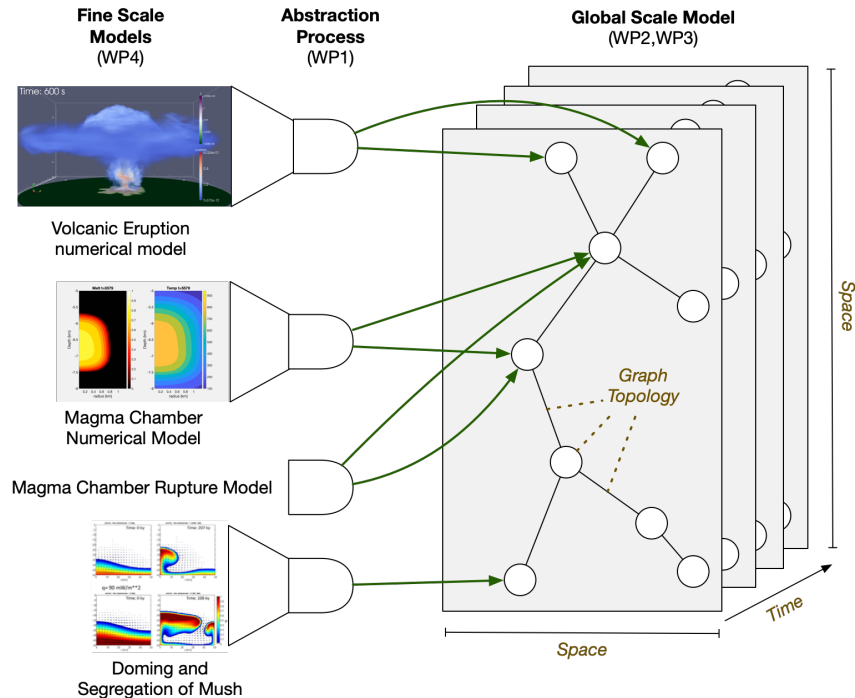


Figure 4: Illustration de la nature multi-échelles du projet

2 - Étude de l'impact de l'activité humaine sur les plaines d'inondations à l'échelle mondiale (ANR GloUrb obtenue).

En 2019, l'appel à projet IXXI-BioSyL-MSHLSE avait soutenu une proposition intitulée [Caractériser la dynamique des fleuves à l'échelle mondiale](#). Dans le but d'étudier le déplacement des sédiments dans une rivière, une équipe de géographes d'EVS a proposé d'intégrer des tags RFID dans des galets synthétiques qui sont disposés dans le lit des rivières. Des campagnes de mesures sont alors organisées afin de retrouver leur position dans les mois suivants et ainsi de quantifier leur déplacement. Le travail réalisé a permis d'améliorer l'estimation des positions. La méthode initiale consistait à parcourir le terrain et localiser chaque tag à l'endroit où la puissance mesurée est maximale. A été proposé une méthode qui utilise l'ensemble des mesures pour chaque tag, en résolvant un problème inverse pour le localiser. Cette approche présente des performances accrues, et permet de venir proposer de nouvelles trajectoires dites optimales qui permettront de réduire le nombre de mesures à faire tout en conservant une précision de localisation donnée.

Ce projet s'est développée en une nouvelle problématique de de recherche, qui porte sur *l'étude de l'impact de l'activité humaine sur les plaines d'inondations à l'échelle mondiale*. Elle rassemble des chercheurs en physique, trai-

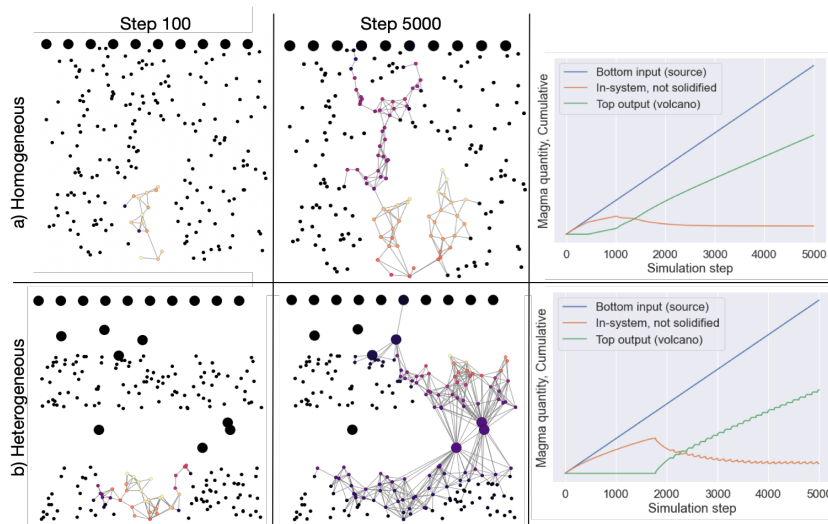


Figure 5: Problème-modèle illustrant la pertinence de l’approche *systèmes complexes* pour la modélisation des systèmes magmatiques.

tement statistique de l’image, en écologie, en géographie des populations, en géographie des systèmes fluviaux, issus des trois universités lyonnaises, de l’ENS de Lyon et du CNRS. Ce programme, qui rassemble des spécialistes de l’eau, des sociologues et des experts en traitements d’images et gestions de bases de données, a obtenu un important financement ANR, qui sera complété par d’autres candidatures. Il s’inscrit dans une démarche globale de l’action des équipes de recherche vers les problèmes à fort enjeu pour la société.

3 - Calcul moléculaire et biomimétisme. L’IXXI a soutenu, à plusieurs reprises, via l’appel à projet IXXI-BioSyL-MSHLSE des projets interdisciplinaires (MOLECAL — Molécules qui Calculent — en 2015, CALCASMOL — Calculs par auto-assemblage biomoléculaire — en 2018 et Propriétés physiques et mécaniques de gels ADN programmés en 2020) des chercheurs en informatique, mathématique, physique, biochimie et biologie autour de questions auxquelles une unique discipline n’aurait pu répondre. Ces travaux comprenaient des développements aussi bien théoriques qu’expérimentaux. Le soutien des projets IXXI a permis de financer ces derniers, notamment d’obtenir la paillasse pour réaliser des manipulations et apprendre les techniques expérimentales indispensables (dont l’imagerie par microscopie à force atomique - AFM). Ces financements ont également permis de financer les voyages vers des collègues qui avaient fait la même transition (principalement D. Woods, U. Maynooth, Irlande) et surtout construire progressivement des projets de recherche propres à l’équipe.

Ces collaborations ont conduit à deux ANR acceptées en 2022 et deux

autres demandes ainsi qu'une participation à un projet européen en cours. Ces collaborations ont également abouti au logiciel ENSnano (<http://www.ens-lyon.fr/ensnano/>) qui permet de concevoir des nanostructures ADN 3D d'une complexité et d'une précision inégalée. Ce logiciel a fait l'objet de 2 publications dans la conférence internationale de référence du domaine, DNA, en 2021 et 2022 et a reçu les prix du meilleur article étudiant et de la meilleure présentation étudiante en 2021. Nous avons proposé dans ce logiciel un modèle de l'ADN courbe qui nous permet de réaliser des objets (DNA origami) incurvés d'une complexité inégalée. Nous l'avons validé expérimentalement en local par AFM et en collaboration avec l'équipe de G. Bellot (CBS, Montpellier) pour l'imagerie 3D par microscopie cryoélectronique (cryoEM). Ce logiciel ouvre désormais la porte à la conception d'objets biomimétiques avec une précision qui était inaccessible auparavant. Nous l'utilisons quotidiennement avec deux étudiants en thèse, dans des projets expérimentaux.

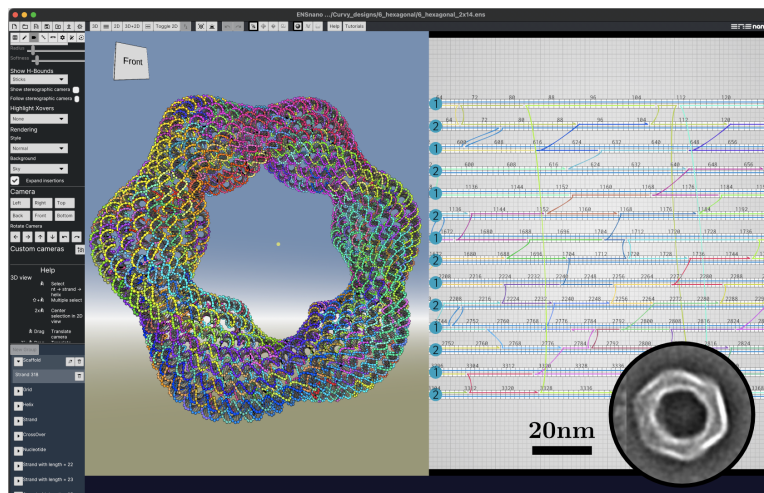


Figure 6: Un origami ADN consistant en une surface de révolution twistée hexagonale conçu dans ENSnano par Nicolas Schabanel et Nicolas Levy (LIP, ENS de Lyon). L'origami consiste en 14 double hélices d'ADN parallèles par section entortillées en spirales, et *tricotées* ensemble par des brins d'ADN appelés *agraffes*. L'image de l'origami par microscopie électronique en coloration négative a été obtenue par J. Finkel et G. Bellot (Inra, CBS, U. Montpellier).

4 - Socio-géographie de la téléphonie mobile.

Le travail entamé par E. Guichard, A. Busson et Th. Bègin sur la socio-géographie de la téléphonie mobile a fait l'objet d'un article adressé à la revue Cybergéo (<https://journals.openedition.org/cybergegeo>). Ce travail a également donné lieu au dépôt d'un projet ANR à l'automne 2022.

2.3.2 Cliométrie et Complexité

L'activité de recherche conjointe menée par des experts en théorie de l'information, des physiciens et des économistes dans le cadre du projet *Cliometry and Complexity (CAC)* a pour objet de renouveler l'approche méthodologique de sujets majeurs du domaine de l'histoire économique et de la cliométrie : la globalisation financière, les séquences des politiques monétaires et budgétaires internationales, et la détection des crises globales dans l'histoire mais également en temps réel. Sur ces trois sujets, la datation et/ou l'identification de périodes homogènes constitue l'un des enjeux principaux de la littérature la plus récente. L'usage de méthodes de traitement du signal, et en particulier de méthodes de segmentation multivariée par débruitage, renouvelle à la fois l'approche narrative en histoire économique et l'approche économétrique en cliométrie et en macroéconomie internationale. Ces méthodes sont cohérentes avec la littérature théorique institutionnaliste. Elles sont par ailleurs adaptées aux caractéristiques spécifiques des données historiques (couverture habituellement incomplète et hétérogène selon les pays). Enfin, elles saisissent de manière particulièrement pertinente la dimension globale des dynamiques historiques, puisqu'elles sont adaptées au traitement d'une information véritablement multivariée. Appliquées à des séries temporelles de corrélations de prix d'actifs mondiaux ou à des indicateurs de graphes basés sur leurs corrélations, ces méthodes de traitement du signal permettent d'éclairer des controverses centrales. En particulier, les derniers travaux réalisés dans le cadre de CAC montrent que la dépendance des séries temporelles de prix d'actifs permet une datation plus satisfaisante des crises financières globales post 1945 que l'approche par les volatilités ou par des indicateurs composites et que les changements institutionnels découlent des ruptures successives de la dynamique de globalisation financière depuis la décennie 1970. Outre ces travaux strictement pluridisciplinaires, d'autres travaux réalisés dans le cadre de CAC par des économistes sont largement inspirés des méthodes de la complexité, en particulier les dynamiques comparées de sous-graphes au sein de réseaux économiques et financiers globaux, et plus généralement les trajectoires dessinées par l'approche par les classifications des séries longues macroéconomiques et institutionnelles. Dans les derniers travaux réalisés, ces méthodes sont appliquées aux dynamiques longues d'intégration financière ; à la dépendance au sentier et à la convergence ; à l'impact des chocs réglementaires sur la fonction de financement des marchés financiers et à la dynamique macroéconomique en période de pandémie. Au cours de l'année écoulée, ces travaux ont donné lieu en particulier à 6 articles dans des revues internationales, 6 articles dans des revues nationales, 1 ouvrage, 4 chapitres d'ouvrages, 8 communications invitées, et 9 participations à des séminaires et conférences internationales. Le rayonnement international des travaux est assuré de manière pérenne par leur diffusion à la fois auprès des communautés de l'Histoire Economique

et de la Cliométrie (Session spéciale Humanités et Innovations Digitales de World Economic History Conference, WEHC 2022) et auprès de celles des méthodes non linéaires (session invitée de Society for Economic Measurement, SEM 2022).

2.3.3 Apprentissage et Intelligence Artificielle

Le machine learning s’appuie sur des techniques toujours plus gourmandes en données comme en ressources matérielles, et toujours plus opaques ou s’appuyant sur des heuristiques de type *boîte noire*. Pour limiter l’impact potentiel négatif de ces approches, que ce soit en terme environnemental ou de respect de la vie privée, DANTE développe des approches qui visent à combiner efficacité algorithmique et garanties théoriques.

Notre activité en 2022 s’est articulée autour du développement de méthodes frugales maîtrisées pour l’apprentissage, avec des contributions focalisées sur le traitement de données de grande dimension, complexes ou structurées, avec des coûts de calcul ou de stockage minimaux. Cet objectif a été abordé sous plusieurs angles :

- de nouvelles approches pour factoriser et quantifier des réseaux de neurones. Factoriser les couches d’un réseau de neurones permet d’en réduire le coût de stockage et d’accélérer les prédictions. Quantifier les poids d’un réseau de neurones permet de le compresser tout en garantissant la préservation de ses propriétés computationnelles.
- des algorithmes rapides pour des modèles linéaires parcimonieux non-convexes. Les modèles parcimonieux sélectionnent les caractéristiques essentielles pour une tâche d’apprentissage donnée, offrant ainsi une empreinte mémoire réduite. Malgré leur performance améliorée par rapport aux modèles convexes, les modèles non-convexes restaient plus difficiles à résoudre.
- améliorations des vitesses de convergence des méthodes d’optimisation en alternant la résolution de problèmes fins et grossiers, avec applications en imagerie
- nouveaux paradigmes pour apprendre des graphes à partir de données non-structurées, et nouveaux algorithmes pour classifier des graphes multiples en combinant transport optimal et réseaux de neurones sur graphes.

2.3.4 Langage comme Système Complexe

Les recherches menées sur les langues dans le giron de l’IXXI s’inscrivent dans une conception du langage comme un système dynamique complexe. Deux exemples illustrent cette perspective.

Le premier est la manière dont Louise Tarrade, doctorante au laboratoire ICAR, s’intéresse à la diffusion d’innovations lexicales au sein d’une

population de locuteurs. A partir d'un corpus de tweets, elle a pu mettre en évidence que le destin de telles innovations, soit une installation stable et pérenne dans le lexique de langue, soit une disparition une fois l'effet de mode passé, était prédictible très tôt après l'apparition de ces formes nouvelles selon la position au sein de leur réseau d'interaction des premiers locuteurs à les utiliser.

Le deuxième exemple est issu de la thèse Jean-Baptiste Chaudron, également au laboratoire ICAR. Il s'intéresse à la manière dont le genre textuel des articles de Wikipédia s'est construit et stabilisé au fil du temps. En reprenant l'historique de chaque article, il modélise leurs révisions successives comme des trajectoires dans des espaces de grande dimension qui lui permettent d'analyser les forces en jeu, d'identifier des attracteurs et de dégager les conditions de convergence.

2.3.5 Réseaux informatiques

L'équipe Hownet étudie les réseaux informatiques depuis leur conception jusqu'à leur utilisation en utilisant des modèles stochastiques, des simulations et des expérimentations. Les résultats de ses travaux permettent de mieux comprendre, dimensionner, configurer et prédire les performances de ces réseaux. Elle s'intéresse notamment à :

- l'optimisation bayésienne distribuée pour la configuration des réseaux Wi-Fi, basée sur des processus gaussiens pour améliorer la configuration des réseaux Wi-Fi. Ils ont introduit un canevas théorique solide pour configurer du mieux possibles les puissances d'émission et les seuils de détection de puissance des points d'accès Wi-Fi de façon distribuée. Ces travaux menés dans le cadre de la thèse d'Anthony Bardou ont été récompensés par deux prix de meilleurs articles (Prix du Best Paper Award aux conférences ACM MSWiM'22 et Algotel 2022).

- la Socio-géographie de la téléphonie mobile en France : Discriminations sociales et spatiales. Un article publié à CoRes 2022 qui vise à établir s'il existe des discriminations sociales ou spatiales en matière d'accès à la téléphonie mobile. Cette étude s'est appuyée sur les données publiques suivantes : localisation des 54 000 supports à antennes téléphoniques sur le territoire français et la carte de l'Insee découpant la France en carrés de 200 mètres de côté et y associant des variables socio-démographiques (nombre d'habitants, tailles et revenus des ménages...). À l'aide de méthodes statistiques et cartographiques, nous avons pu conclure que : (i) les ménages pauvres résident en moyenne plus à proximité des antennes 4G que les autres ménages (317 mètres contre 452 mètres), (ii) la loi Poisson très souvent appréciée pour ses propriétés mathématiques n'est pas adaptée pour modéliser la distribution de la distance ménage-antenne, (iii) il existe des inégalités assez fortes entre les villes dans le déploiement de la 4G.

2.3.6 Traitement du signal sur graphe

Depuis de nombreuses années, l'IXXI développe une activité de recherche en analyse de graphes complexes qui mobilise des travaux de sciences physiques, de traitement du signal (sur graphes) et d'apprentissage machine. L'IXXI a continué en 2022 à être le creuset de tels travaux. Certains furent menés dans le cadre du projet Breakthrough ACADEMICS de l'IDEXLYON dont les derniers développements furent continués en 2021 (travaux sur des distances entre graphes, sur le cas spécifique des graphes orientées, sur l'estimation compressée de graphes), en lien aussi avec les projets ANR Data-redux et DARLING, ainsi que la chaire IA AlegroAssAI, tous impliquant des équipes résidentes à l'IXXI (SISYPHE du LP ENSL et/ou l'équipe Inria Ockham, selon le projet). L'année 2022 voit aussi la reprise de la collaboration de SISYPHE avec l'Indian Institute of Science de Bangalore, soutenu par l'IFCAM (Indo-French Center for Applied Mathematics de l'IISc et du CNRS) en voyant le séjour de deux doctorants de l'IISc à l'IXXI pour deux mois et de la visite du Professeur Sundeep Chepuri qui les encadre pour 10 jours à Lyon. L'analyse de réseaux complexes est toujours un domaine de compétence notable de l'IXXI, et des travaux interdisciplinaires continuent qui s'appuient sur ces travaux. C'est le cas de développements du projet CAC (Cliométrie et Complexité), de travaux de géographie menés avec l'équipe d'Hervé Piegay à EVS (suivi des fleuves en tresse; contribution à l'inférence des positions de marqueurs de déplacements sédimentaires). Une ANR, GlobURB, obtenue en 2022, va renforcer les travaux menés entre EVS et SISYPHE et l'IXXI (entre autres partenaires) sur le suivi des fleuves en tresse. Enfin, des travaux d'étude de diffusion d'épidémies sur réseaux (ANR Dataredux, conjointe avec l'équipe de V. Colizza et celle d'A. Barrat) sont en cours, et la notion de réseau est mobilisée aussi dans le travail sur le Covid-19 développé à l'IXXI et porté par P. Abry et E. Guichard.

2.3.7 Croissance bio-inspirée

les activités de recherche conduites au sein de l'IXXI se focalisent sur la construction de modèles et de mesures réseaux ad-hoc pour étudier 3 systèmes différents : protéines, villes et volcans. Chaque système est étudié séparément puis les différences et les caractéristiques communes aux trois systèmes sont confrontées pour appréhender les performances du système (robustesse, adaptabilité, failles et corrections d'erreurs) et mieux comprendre comment concevoir un système durable.

Nous élargissons l'approche bioinspirée pour les systèmes urbains en analysant la conception durable de l'échelle nano (gène/protéine) à l'échelle micro (bactérie) jusqu'à l'échelle kilométrique (stromatolites), comme source de solutions personnalisées à différentes conditions expérimentales (climats différents). Laurent Vuillon, Christophe Menezo et Claire lesieur ont obtenu

un IRP du CNRS (International Research Project) avec l’Australie pour ce projet. La modélisation des éruptions volcaniques par un système complexe dynamique, initié grâce à un financement IXXI et une collaboration entre Tri Nguyen Huu (IRD, IXXI), Catherine Annen (Académie des Sciences de République Tchèque) et moi-même, fait l’objet d’une demande ERC synergie avec Remy Cazabet (LIRIS, IXXI) comme PI.

2.3.8 L’Institut Michel Serres

L’institut Michel Serres est une structure spécifique au sein du GIS IXXI, think tank, fondé par Michel Serres, sur la question des ressources et des biens communs, et regroupant des personnels académique de toute discipline (biologie, droit et numérique notamment) et des citoyens (entrepreneurs, artistes, acteurs des services publics). L’IMS a une voix originale dans la paysage de la question socio-écologique en mettant en avant d’autres formes de comptabilité environnementales, la démocratie alimentaire, l’équilibre à retrouver entre robustesse et performance, la santé commune. L’ensemble de ces thèmes font appel à la pensée systémique, et donc aux compétences et intérêts de l’IXXI.

L’institut Michel Serres a conduit plusieurs activités de recherche en 2022, en lien avec les problématiques et sujets de L’IXXI :

- Thèse de Sofia Correa en sciences participatives sur les épeautres et la résilience alimentaire du territoire lyonnais (2ème année).
- Thèse de Marianne Lang) sur L’arbre paysan (2021-2024), en lien avec Nathalie Blanc et Thierry Boutonnier (membres de L’IMS).
- Partenaire pour un projet Territoire d’Innovation (Programme Investissement d’Avenir, financé par la caisse des dépôts) pour construire des formations sur le territoire de la Biovallée (Drôme, France).
- Partenaire pour une projet sur la coviabilité (coordonné par Olivier Barrière) dans le cadre de L’appel Pathways for Sustainability (Belmont Forum)
- Partenaire pour un projet sur L’habitat participatif (coordonné par Urbamonde).

L’IMS est également fortement impliqué dans des actions de formation, par exemple, le master Strategy & Design for the Anthropocene (Alexandre Monnin), les formations du centre des politiques de la Terre (Nathalie Blanc), la formation des dirigeants d’entreprises (association APM).

L’IMS participe à des projets art & science & anthropocène (Florence Meyssonier - projet Substrat à St Nazaire; laboratoire ERASME de la métropole de Lyon (bio-inspiration))

L’IMS renforce son réseau national et son ouverture à la société, via de nouvelles recrues (Thierry Boutonnier, artiste arboricole et sculpteur social, Philippe Dujardin, politologue et promoteur de la philosophie des solidaires, Arthur Grimonpont, ingénieur et co-fondateur des greniers d’abon-

dance (résilience territoriale, Florence Leray, auteure, réalisatrice documentaire, et conceptrice de pédagogie active, Alexandre Monnin, philosophe et formateur sur L'Anthropocène et L'écologie du démantèlement, Pauline Picot, étudiante en thèse sur le thème fertile de la techno-diversité, Fabien Pinarolli, artiste engagé sur les questions des savoirs situés, David Vallat, professeur à Science Po Lyon et co-fondateur de la Public Factory)

Dans un souci d'ouverture à la société, le site web de l'IMS a également fait peau neuve, grâce à l'implication d'Anne Chemin-Roberty (<http://institutmichelserres.ens-lyon.fr/>). En retour, l'IMS développe sa voix originale dans les média généralistes (tribunes dans la presse, rencontres publiques).

L'IMS participe à L'animation du site, par exemple avec l'organisation de la venue de Dennis Meadows à L'ENS de Lyon, l'occasion de célébrer les 50 ans du rapport au club de Rome, un monument de l'approche systémique et de l'écologie politique.

Une présentation plus détaillée du projet de l'IMS est disponible en fin de document (cf. appendice B).

3 Projets pour l'année 2023

3.1 Projets de recherche

3.1.1 Préambule

Le projet scientifique de l'IXXI pour les années 2021-2025 a été présenté en détail au Conseil d'Administration de décembre 2020. Il a été résumé en introduction (cf. Section 1.2) et est rappelé de manière détaillée en appendice A.

L'IXXI a, au cours de l'année 2022, ressenti le besoin de réfléchir à l'évolution des directions prises par ses projets de recherche. L'assemblée générale de juin 2022 et la réunion des résidents *cadres* qui l'a précédée, les sujets des projets soutenus dans le cadre de l'appel à projets (voir [liste](#)), ainsi que l'ensemble des présentations scientifiques données pendant la journée IXXI 2022 ([L'IXXI après le corona](#)), la rédaction du bilan scientifique de l'année écoulée, sont autant d'éléments qui invitent à constater une évolution thématique des travaux de recherche conduits à l'IXXI. Ceux-ci, traditionnellement fortement inspirés par les outils et méthodes des *systèmes complexes*, contribuent aujourd'hui à étendre l'acception stricte du concept de *complexité*, vers des champs plus larges, naturellement et fortement interdisciplinaires, induits par les enjeux auxquels notre société, *complexe* à maints égards, est confrontée : apprentissage et IA pour l'accès et la maîtrise de l'information, relations sciences et société, gouvernance de l'information, transition écologique, anthropocène, . . . Les projets scientifiques proposés pour l'année 2023 sont en cohérence avec ce cheminement scientifique de l'IXXI.

Comme indiqué dans la partie rapport de ce document (cf. section 2.3), les activités de recherche de l'IXXI sont, par nature, diverses dans leur forme, fond et objets. Il ne s'agit donc pas ici dans faire une liste exhaustive mais de mettre en avant à la fois la continuité des travaux entrepris ainsi que les nouvelles directions, cohérentes avec la vision d'ensemble du projet scientifique de l'IXXI.

Au cours de l'année 2023, un ensemble de travaux portants sur les thèmes suivants et combinant développements méthodologiques et techniques disciplinaires et constructions interdisciplinaires, continuera de recevoir une somme importante d'efforts.

- Apprentissage et Intelligence artificielle : les nouveaux développements seront fortement coordonnés avec l'équipe correspondante du Laboratoire Hubert Curien de l'UJM.
- Traitement du Signal sur Graphe,
- Modélisation mathématique pour la biologie,
- Biologie systémique,
- Cliométrie et complexité,
- Surveillance de pandémie et cartographie : échantillonnage aléatoire pour la mesure d'incertitude, développée dans le cadre d'une thèse

qui débute et d'un dépôt d'ANR en octobre 2022.

De plus, de nouvelles activités seront développées ou prendront de nouvelles directions. Elles sont esquissées ci-dessous.

3.1.2 Langage comme Système Complexe

Pour l'année 2023, l'IXXI souhaite intensifier ses efforts en vue de l'appropriation par les communautés SHS d'outils et de méthodes de traitement automatique des langues, avec un intérêt particulier pour approches issues de l'IA.

Deux types d'actions seront entrepris. La formation *Manipulation de données textuelles en Python* sera reconduite en 2023 et complétée par une seconde formation plus avancées, axée sur la prise en main des modèles de langues construits par apprentissage machine.

D'autre part un événement Intelligence Artificielle, données textuelles et SSH sera organisé. Son objectif sera de mettre en place, sur le long terme, des interactions croisées entre les communautés scientifiques d'IA et de SHS de manière à instaurer une meilleure (re)connaissance mutuelle et un dialogue fécond.

3.1.3 Sciences, société et arts

Les relations *Sciences, société et arts* sont l'une des dimensions du projet porté par l'IXXI, dont le développement constituera l'un des objectifs de l'année 2023.

La direction de l'IXXI a constitué un comité restreint de personnes motivées pour porter le projet. Un état des lieux est déjà en cours, pour reconnaître l'existant au niveaux local et national. Il ne s'agit pas en effet de dupliquer l'existant, mais plutôt soit de contribuer et renforcer des structures locales existantes soit d'identifier des directions spécifiques à l'IXXI.

Le positionnement de l'IXXI suit la ligne de pensée suivante. D'une part, les relations entre Sciences et Société constituent un enjeu essentiel dans le monde contemporain de l'(la dés-)information. L'éducation des citoyens à la lecture de l'information scientifique est donc primordiale. D'autre part, la conduite de recherches interdisciplinaires se heurtent en permanence à la barrière de potentielle induite par la non-maîtrise de la technique de l'autre discipline, qui limite les échanges et biaise la compréhension de la démarche de l'autre. Dans ces deux situations, la création artistique, notamment dans le domaine art-sciences, peut jouer un rôle de médiation. Vis-à-vis du grand public, les arts peuvent permettre de disposer favorablement le citoyen au discours scientifique. Vis-à-vis de l'interdisciplinarité, les media artistiques, qui mettent en jeu la perception autant que la réflexion, peuvent aider à impliquer la perception et l'intuition plutôt que la technique dans l'échange

scientifique et ainsi contribuer à abaisser la barrière de potentiel technique. Au-delà de ce rôle de l'art dans les relations sciences et société, il s'agira aussi de réfléchir de manière plus ambitieuse aux relations entre processus de création scientifique et artistique. Là aussi, cette réflexion est susceptible d'alimenter les réflexions sur les conditions favorisant les créations scientifiques interdisciplinaires.

Trois directions de travaux ont été envisagées pour 2023, qui seront de portée dans un soucis pragmatique de démarrer par des actions concrètes et propices à catalyser cette activité.

Sciences pour l'Art. D'abord, Plusieurs équipes résidentes de l'IXXI possèdent une expérience significative dans ce domaine du fait de leurs participations antérieures à des projets internationaux type *Image Processing for Art Investigations*. Ce canal international sera réactivé, en même temps que les musées rhône-alpins, seront contactés pour envisager des projets dans lesquels les outils de la théorie de l'information ou de la complexité pourront apporter un soutien aux activités d'expertise ou de conservation d'oeuvres d'arts. Une journée *Stylométrie à travers les différentes disciplines* sera envisagée pour 2023 et s'inscrira aussi dans ce projet qui mettra en relation des outils d'analyse du signal et d'apprentissage en face d'objets et/ou d'oeuvres d'art, pour l'étude de leurs attributs stylistiques.

Co-création arts et sciences. L'IXXI met en place un projet de résidence dans ces locaux de quelques (5 ?) artistes, co-optés par la direction de l'IXXI. En début d'année 2023, un événement informel (type kick-off meeting) réunira artistes et chercheurs désireux de participer. Le principe du projet serait présenté, puis artistes et chercheurs échangeront librement, les premiers sur leurs pratiques artistiques, les seconds sur leurs pratiques scientifiques. L'objectif est qu'à l'issue de ce moment, des groupes de chercheurs s'identifient autour d'un artiste pour interagir pendant l'année et aboutir à une co-création d'oeuvre d'art portée par l'artiste. Un événement type vernissage sera organisé en fin d'année dans lequel ces expériences seront relatées et les oeuvres dévoilées, elles resteront ensuite exposées à l'IXXI, selon des modalités à convenir avec les artistes. Idéalement, peut être par l'intermédiaire de projets étudiants, un dispositif d'observation du processus sera envisagé et participera au dispositif. Il s'agit d'une première tentative d'observation d'échanges interdisciplinaires.

Ce projet pourrait, dans le futur, être décliné et/ou adossé à, des formations d'enseignements.

Institut ARTS de l'UJM. L'entrée de l'UJM dans le consortium IXXI permettra de proposer à l'[Institut ARTS](#), qui porte déjà une grande expérience des relations arts et société, de s'inscrire dans ce dispositif et d'en proposer une déclinaison.

L'objectif de l'IXXI est de d'organiser à moyen terme un événement Arts, Sciences et Sociétés dont la forme est à inventer. Ici, ARTS de l'UJM peut également jouer un rôle-clé.

3.1.4 Économie de la gouvernance, des inégalités et des conflits

L'École Normale Supérieure de Lyon crée à compter du 1er janvier 2023 l'unité de recherche (UR) *Center for Economic Research on Governance, Inequality and Conflict*. La création de cette UR vient consolider une dynamique scientifique forte enclenchée depuis 2017 à l'ENS de Lyon autour de recherches en économie relatives à la gouvernance, l'égalité, la diffusion de l'information et la résolution des conflits. Cette UR a vocation à croître par le biais de collaborations au niveau du site lyonnais dans son ensemble mais également à l'international, par la mise en place de projets joints, pluri-partenaires, pluri- et interdisciplinaires. L'UR est structurée autour de trois axes de recherche et d'une plateforme méthodologique transversale. Les trois axes couvrent les thématiques suivantes :

- Axe 1 : Égalités et capacités ;
- Axe 2 : Paix et émancipation ;
- Axe 3 : Révolution numérique et citoyenneté.

La plateforme méthodologique transversale offre un espace d'échanges autour des outils utilisés par les membres de l'équipe, allant de la collecte de données, au traitement statistique et à l'interprétation des résultats.

Depuis le début de l'année 2022, des collaborations et interactions régulières entre l'IXXI et cette équipe pour conduire des réflexions et travaux de recherches en économie dédiés aux problématiques centrées sur les notions de crise, société, complexité. Pratiquement, la nouvelle UR restera dans ces locaux de l'ENS de Lyon sur le campus Descartes, mais cette proximité naturelle des thèmes de recherches permettra un renforcement des coopérations scientifiques. Idéalement, les chercheurs de cette UR disposeront d'un bureau pour venir travailler à l'IXXI avec d'autres membres du réseau IXXI, en cohérence avec la stratégie *hôtel à projets à temps partiel* de l'IXXI.

3.1.5 Politiques de l'information

Plusieurs des chercheurs résidents à l'IXXI et ayant déjà beaucoup travaillé dans le passé aux modélisations par la physique statistique des stratégies d'économie de l'aménagement du territoire font évoluer leurs travaux vers l'étude de la dimension politique de la production, la circulation et le contrôle de l'information. Par *dimension politique*, est entendue l'effet de la présence de cet objet sur les modes d'organisation des sociétés et des écosystèmes (autonomie et contrôle des acteurs, lieux d'autorité et de pouvoir). L'information est ici toute connaissance transmissible par un message nu-

mérisable. Elle se décline par exemple en l'ensemble des données, savoirs académiques ou vernaculaires transmissibles par messages, modes d'organisation (des sociétés, des entreprises, des secteurs). Ce qui est envisagé donc une étude d'une Politique de la Terre ou Géo-politique axée sur la production et la circulation de l'information. Des recherches sur plusieurs types d'information (technologies numériques, connaissances scientifiques), et à plusieurs échelles organisationnelles (de la production agroécologique à la géopolitique mondiale) seront engagées/ Quelques exemples de questions scientifiques seront :

- Quel est l'effet de l'introduction d'une plate-forme numérique dans un domaine (médecine, agriculture, administration) sur la répartition géopolitique de la puissance ?
- Quelles propriétés des connaissances et des outils contribuent une organisation compatible avec les limites planétaires ?
- quel est l'effet de la disparition d'un outil quand son usage a été largement adopté ?

Les méthodes d'investigation seront à la fois celles des sciences sociales (documentation, synthèse, enquête, analyse de données), qui donnent une dimension politique aux savoirs, aux technologies, à la nature, celles de l'informatique et de la biologie (conception d'outils numériques intégrant les effets sociaux des usages, étude des processus écologiques), et de l'agroécologie (co-construction des savoirs avec les acteurs de terrain).

3.1.6 Enjeux de développement durable

Comme le montre l'organisation des journées *Journées d'Été des Savoirs Engagés et Reliés (JESER)* (cf. section 2.2.3) et *Sous-optimalité et résilience* (cf. section 3.2.3), l'IXXI soutient et encourage les réflexions relatives à l'inflexion des stratégies et projets de recherches à conduire en relation avec la nécessaire transition écologique. Outre l'animation de journées d'échanges sur ces questions ou la conduite de travaux de recherche dans cet esprit (révolution numérique, monitoring de la pandémie de covid, impact de l'activité humaine sur les plaines d'inondations, biomimétisme), l'IXXI participe et contribue aux échanges structurés par les établissements partenaires du GIS IXXI.

À titre d'exemple, se tiendra à l'ENS de Lyon bientôt un CS extraordinaire destiné à structurer et favoriser les travaux de recherches contribuant à la transition écologique. L'IXXI y est invité pour proposer un retour d'expérience sur la conduite de travaux de recherches interdisciplinaires, la transition écologique induisant un contexte par nature exceptionnellement interdisciplinaire.

Les activités de l'IMS, présentées en section 2.3.8, et très en relation avec la transition écologique, se poursuivront en 2023, et deux nouveaux projets seront développés :

- La création d'outils de formation sur les archétypes, et à destination des décideurs, en collaboration avec le Balaton group (approche systémique de l'environnement)
- Le développement d'un outil de *santé commune*, également à destination des décideurs pour rendre effective la loi des besoins et des ressources (et non de l'offre et la demande), et rendre la question environnementale à la fois plus systémique et plus intime.

Enfin, l'IXXI continuera de maintenir des relations étroites avec la *Fabrique des Questions Simples*, porteuse de réflexions alternatives sur la question de la transition écologique.

3.2 Animation de la recherche

L'animation scientifique proposée par l'IXXI pour l'année 2023 s'inscrit dans la cohérence avec le projet scientifique proposée. Elle est présentée ici en fonction des outils traditionnellement déployés par l'IXXI.

L'objectif général est de poursuivre l'incitation au retour au présentiel, couplé à du mode hybride pour élargir l'auditoire atteint. L'IXXI poursuit aussi son effort de captation organisée des événements proposés.

3.2.1 Conférences et colloques nationaux et internationaux

L'IXXI contribue à l'organisation de manifestations scientifiques nationales ou internationales. Pour l'année 2023, deux sont déjà prévues.

Workshop Cliométrie : L'exploitation des sources primaires en finance historique : regards croisés de finance standard, de finance comportementale et de clio-physique.

L'idée du séminaire est de confronter les regards d'archivistes, d'historiens économiques, de cliomètres et d'éconophysiciens sur l'analyse du contenu des données primaires en finance historique et d'encourager la réflexion sur les différentes exploitations possibles des archives financières.

Voici une liste préliminaire d'orateurs et interventions envisagés :

- Rutterford Janette (The Open University, London), Dimitris Sotiropoulos (The Open University, London), Carry Van Lieshout (The Open University, London) : UK investment trusts from the First Globalization Era to WWII
- Leslie Hannah (London School of Economics) (to be confirmed) : Large scale manufacturers and IPOs in the UK, France and the US in the 1880s : A comparative analysis
- Maxime Merli (EM, University of Strasbourg, Large), Antoine Parent (University Paris 8, OFCE et CAC-IXXI), Marie Pffiffelman (University of Strasbourg, Large) : 19th Century Lottery Bonds in Paris Stock Exchange : Savings or Gambling ?

- Cécile Bastidon (Univ. Toulon, CAC-IXXI), Olivier Damette (Université de Lorraine), Etienne Farvaque (Univ. Lille), Antoine Parent (University Paris 8, OFCE et CAC-IXXI) : Electoral cycles France (1875 - 1993) through the Banque de France's Balance Sheet Archives.
- Pascal Pénot (Archivist, Crédit Agricole) : The Architecture of Banking sources, France 1873- 1913.
- Nicolas Gueugneau (Archivist, Crédit Agricole) : La Profession d'ingénieur de banque sous la houlette d'Henri Germain, premier Directeur du Crédit Lyonnais.
- Pascal Pénot (Archivist, Crédit Agricole) : La colonisation française vue à travers les papiers de la Banque de l'Indochine.
- Constant Varlet (PhD Student, Univ. Paris 8) : Mosquitoes, the real enemies of the French Empire. A macroeconomic and clio-epidemiological approach of wars and revolutions during the Napoleonic Era. The case of Saint Domingo.
- Constant Varlet (PhD Student, Univ. Paris 8) : A new approach of the Russian Campaign through game theory, political economy, macroeconomics and clio-epidemiology .

Colloque *Philosophies des numériques, des techniques et des sciences* (Phi-NTS L'IXXI avait organisé, à l'ENSIB en 2020 un colloque [Philosophie du numérique, des techniques et des sciences](#), qui avait suscité de riches échanges. L'IXXI envisage de réfléchir à une seconde édition de ce colloque, dont l'organisation sera de nouveau confiée à Éric Guichard, dans la même logique de dialogue de haut niveau entre philosophie, physique, informatique, . . . et aussi entre diverses approches philosophiques (épistémologie, philosophie politique, philosophie des techniques).

Le *numérique*, ou plus exactement les *numériques* serviront de catalyseur aux débats, comme l'actualité (lors de la première édition, une table ronde était consacrée à la covid-19).

Le colloque se tiendra à la fin de l'été 2023, sur 2 ou 3 jours, en laissant une grande place aux débats.

3.2.2 Cycles de séminaires

Parmi les cycles de séminaires organisés par l'IXXI en 2022, plusieurs vont être poursuivis :

[Machine Learning & Signal Processing.](#)

[Intelligence artificielle et langage.](#)

Mise en récits opposés des découvertes scientifiques. Le séminaire est reconduit en 2023, il a commencé en présentiel le 13 octobre 2022, le thème de l'année est *Positions philosophiques sur les sciences mathématiques au XXI^e siècle et leurs représentations*. À noter également, divers projets éditoriaux, notamment avec Hermann et Le Seuil, qui se développeront en 2023.

3.2.3 Journées d'étude

Le succès et la qualité des journées larges organisées en 2022 invitent à leur donner une suite en 2023. Les organisateurs de chacune de ces journées y réfléchissent.

Plusieurs autres journées d'études sont également en préparation, parfois très avancées, parfois à l'état de projet.

Frugalité en Apprentissage Machine. L'IXXI via l'équipe DANTE est impliquée dans la préparation de journées *Frugality in Machine Learning* qui devraient faire l'objet d'événements IXXI en 2023. Concrètement nous invitons des collègues de renommée internationale (P. Vandergheynst, EPFL ; L. Rosasco, UniGe ; J. Bruna, NYU) à donner un exposé plénier autour duquel nous articulerons une programme scientifique couvrant différents aspects de l'apprentissage frugal.

A plus long terme, l'équipe DANTE est également impliquée (avec d'autres membres de l'IXXI) dans l'organisation des journées SMAI-MODE (Mathématiques de l'Optimisation et de la Décision) qui auront lieu à Lyon en 2024.

IA et SHS. L'IXXI envisage la construction d'un événement sur trois jours (probablement en septembre 2023), porté par JP. Magué, J. Velcin et M. Reboul, autour des relations IA et SHS. Les progrès dans le traitement de données textuelles figurent parmi les plus remarquables des avancées récentes de l'Intelligence Artificielle. Les textes sont également au cœur des Sciences Humaines et Sociales qui ont su, à travers les Humanités Numériques, développer un large éventail d'approches numériques pour les appréhender. Il apparaît donc que ces deux champs disciplinaires, Intelligence Artificielle et Humanités Numériques sont appelés à se rencontrer. De fait, des points de contact variés existent déjà. Toutefois, il semble que l'ensemble des opportunités potentielles de cette rencontre n'ait pas encore été exploré et que des efforts dans cette direction promettent d'être fructueux. C'est dans cette optique que nous proposons de rassembler ces deux communautés. L'objectif est d'instaurer un dialogue qui permette d'une part un transfert des connaissances et des savoir-faire de la communauté IA vers la communauté SHS afin que celle-ci puisse les intégrer à son arsenal méthodologique et, d'autre part, d'explicitier les spécificités des SHS qui pourraient pointer vers de nouvelles directions la recherche en IA.

Politiques de l'information : le cas de l'agriculture. Une des pistes pour réduire l'usage des produits phytosanitaires issus de la chimie dans l'agriculture est de lui substituer des attitudes, des méthodes ou des outils basés sur une circulation complexe de l'information. Ainsi, le premier geste de l'agro-écologie est une lecture d'une information venue du terrain lui-même, en observant les processus écologiques à l'oeuvre, pour y insérer des cultures adaptées. L'information circule également entre les praticiens, par exemple via des outils numériques, dont il faut apprécier l'impact environnemental et l'effet sur notre dépendance à la technologie.

Quatre invité(e)s sont déjà pressenti(e)s :

- Juliet Norton, spécialiste des interfaces humains-machines pour la permaculture, et des technologies auto-évanescentes (en visio depuis la Californie)
- Pierre Labarthe, économiste, spécialiste des outils numériques pour l'agro-écologie
- François Feugier, de l'entreprise Greenshield, dont le slogan "l'intelligence agronomique" promeut le remplacement des produits par des outils et de l'organisation issues d'un traitement de l'information
- Christophe Bonneuil, historien des sciences

Sous-optimalité et résilience. Le développement durable a généré beaucoup d'espoirs d'abord, puis beaucoup de désillusions. Pour certains territoires victimes des "pertes et dommages", il est d'ailleurs trop tard pour le développement tout court. Le thème de la résilience, définie ici comme les capacités à se maintenir, s'adapter et se transformer dans un monde fluctuant, a donc pris la place. Toutefois, comme pour la durabilité, il n'existe pas de principes clairs pour comprendre et construire la résilience. Et si la performance empêchait la résilience ? Dans quels systèmes le trade-off entre performance et résilience est-il opérant ? En quoi une forme de sous-optimalité peut-elle répondre aux enjeux du siècle ?

Algorithmes et société ? En réflexion.

Qu'est ce que le partage des données ? En réflexion.

3.2.4 Actions de formation

Comme indiqué dans son projet, l'IXXI envisage la formation permanentes des chercheurs et enseignants-chercheurs comme un levier essentiel et indispensable dans la pratique de la recherche interdisciplinaire. Le succès et la qualité des deux formations organisées en 2022 invitent à proposer de nouvelles éditions en 2023, soit à l'identique, soit pensées comme des versions avancées, les deux options ne s'excluant pas.

Celles-ci seront financées sur ressources propres. L'IXXI cherchera à établir des partenariats en ce sens avec d'autres institutions motivées par la même démarche. Le service concerné de l'ENS de Lyon sera contacté, celui des autres partenaires de l'IXXI peut volontiers être inclus dans les discussions.

3.2.5 Appel à Projets 2023

L'appel à projet IXXI-BioSyL-MSH 2023 sera lancé dès la fin février pour permettre une meilleure diffusion de l'information et un meilleur relai de l'appel au sein des établissements partenaires. Cela donnera également plus de temps à l'élaboration de propositions interdisciplinaires. Enfin, en cohérence avec les priorités scientifiques décrites en section 3.1.3, une attention particulière sera portée aux projets qui relèvent d'une démarche arts-sciences-société, qui pourront motiver l'augmentation du budget alloué à l'appel-à-projet le cas échéant.

3.2.6 Enseignements

Les chercheurs et enseignants-chercheurs de l'IXXI sont également fortement mobilisés dans les enseignements inter-disciplinaires dispensés dans les établissements universitaires partenaires.

Master Sciences de la Matière parcours Systèmes Complexes. Notamment, plusieurs résidents et membres actifs du réseau IXXI participent aux enseignements du parcours *Systèmes complexes* commun aux Master 2 des "Sciences de la matière" et de "Biosciences", communs à l'ENS de Lyon et à l'Université Lyon I. Cette formation a été créée en 2008 dans le cadre des M2 Recherche en Sciences de la Matière (physique), en Informatique fondamentale, et depuis 2016 dans le M2 de Biosciences.

Le principe de cette orientation est de proposer un enseignement mixte en sciences physiques, sciences informatiques et en modélisation pour l'étude des systèmes, réseaux et données complexes. Alliant la dynamique de l'IXXI à une visibilité et un intérêt grandissant des étudiants pour les approches, souvent multi-disciplinaires, de systèmes complexes en sciences ou de data science et d'apprentissage automatique), cette orientation continue à attirer un flot régulier d'étudiants. Cette année, ce sont 17 étudiants qui suivent ces cours.

Le programme des cours a une certaine originalité, se démarquant en particulier des initiatives en IA ou big data car, même si les méthodes de ces domaines font partie des savoirs enseignés dans le cursus, on y ajoute l'approche de modélisation qui est au coeur des études en systèmes complexes, qui permet de mobiliser plus de savoir sur les objets étudiés et qui n'est de toute façon pas déconnectée de l'extraction d'information (au sens

informatique) ou de l'analyse exploratoire des données.

Les cours s'appuient aussi sur une multi-disciplinarité pratiquée par les enseignants, avec des cours de modélisations dans plusieurs domaines : épidémiologie, biologie, SHS,... Par exemple, E. Guichard, P. Borgnat et S. Franceschelli ont co-animé une UE intitulée *Research in complex systems*, dans laquelle deux séances discutaient de *Knowledge, scientific practices and tools*, et précisaient en quoi les conceptions des savoirs et les pratiques scientifiques changent avec les outils, ce qui a conduit à préciser la notion de réalité (Granger) et par là, d'actuel et de virtuel. La problématique de l'outillage l'a conduit à préciser la notion de technologie de l'intellect (Goody) et la dimension réflexive des outils comme l'écriture. Divers exemples contemporains ont permis d'explicitier les interactions entre outils, concepts et représentations en sciences sociales.

Les étudiants sont aussi confrontés au monde de la recherche, pouvant participer aux séminaires de l'IXXI. La majorité des étudiants continue par un projet de doctorat ; une fraction se dirige vers (ou suite en parallèle) des passerelles de formation ingénieur.

Inscrite dans les organisations actuelles du Master, cette orientation en Modélisation des Systèmes Complexes, unique en France et devenue visible au fil des ans, va continuer dans les années qui viennent.

Epistémologie : L'intégration de l'épistémologie dans les journées Bio-SyL/IXXI/PLASCAN relève d'une démarche bien établie à l'IXXI, très en prise avec les questions des chercheurs en activité et très engagée dans les cursus d'enseignement et d'initiation à la recherche, grâce à un cours en épistémologie de la modélisation dans le cadre du cours *Research in Complex Systems*, parcours de master "Modélisation des systèmes complexes" (Sara Franceschelli), et des cours de philosophie des sciences dans les masters "Philosophie", "Histoire de la philosophie" et dans les parcours "Philosophie contemporaine" et "Logique-philosophie- histoire des sciences et des techniques" (Sara Franceschelli).

3.3 Consortium : Entrée de l'Université Jean Monnet Saint Etienne

Le périmètre rhônalpin de l'IXXI a été institué dès sa création. Dans la lignée des élargissements successifs du GIS qui, au cours de ses 16 ans d'existence, ont contribué à affirmer cette vocation géographique, il est proposé d'accueillir l'Université Jean Monnet Saint-Étienne au sein de l'IXXI.

L'UJM est une université pluridisciplinaire avec Santé : 20000 étudiants, 450 enseignants chercheurs et chercheurs, 24 laboratoires de recherche dont 17 UMR CNRS et/ou INSERM, membre de 11 fédérations de recherche. Elle compte d'ores et déjà parmi les partenaires les plus proches des établissements constitutifs de L'IXXI : l'Université Jean Monnet et les établissements de Lyon ont noué de fortes relations à travers leur participation

à la COMUE Université de Lyon et 16 unités de recherche ont comme tutelles l'UJM et un des établissements de l'IXXI (hors CNRS et INRIA). Les collaborations scientifiques entre les membres de l'UJM et ceux des autres établissements tissent un réseau dense que l'IXXI soutient déjà : depuis 2016, l'IXXI a financé 16 projets impliquant un laboratoire dont l'UJM est tutelle et l'IXXI, au côté du Laboratoire Hubert Curien et de plusieurs autres laboratoires lyonnais, est fortement impliqué dans le réseau SciDoLySE (Science des Données Lyon Saint Etienne).

L'élargissement de l'IXXI vers Saint Etienne est donc naturel et s'appuie sur des collaborations effectives, via les laboratoires dont l'UJM est co-tutelle avec des établissements membres de l'IXXI mais aussi via ses laboratoires propres en particulier dans le domaine de l'informatique, du machine learning et de l'IA avec le Laboratoire Hubert Curien. Ces collaborations pourraient s'ouvrir à d'autres laboratoires. Il permettra ainsi de faire de l'IXXI le creuset de nouvelles interactions interdisciplinaires.

A court terme, dès 2023, les actions Arts et Sciences que l'IXXI souhaite entreprendre pourront être construites conjointement avec l'[Institut ARTS](#) qui a déjà fait part de son intérêt pour une telle démarche. De même le volet Santé du projet de l'IXXI serait renforcé par de possibles collaborations avec le laboratoire Sainbiose, qui travaille avec l'École des Mines de Saint-Étienne sur l'ingénierie de la santé, le traitement des données et des images médicales, le développement de la santé numérique.

L'accueil de l'UJM dans le consortium permettrait ainsi de contribuer à la dynamique interdisciplinaire qui caractérise l'IXXI et qui fait aussi l'identité de l'UJM habituée à développer des projets à la croisée des sciences humaines et sociales, des sciences exactes, de l'ingénierie et de la médecine. On peut citer les domaines suivants :

- Les arts, les lettres et la technologie (Ella, Laboratoire Hubert Curien, Ihrim)
- Environnement et numérique : géographie numérique, patrimoine, santé et territoires (EVS), biostatistiques (LBvpam), données acoustiques (ENES)
- La prévention en santé (Institut Présage, EVS, CMW, CIRI)
- La régulation juridique de l'IA et les données en contexte européen (Cercrid)
- Data et IA, machine learning, traitement de l'image (Laboratoire Hubert Curien)
- Santé numérique (Sainbiose, LabHC, Creatis, ...)

L'accueil de l'UJM dans le consortium IXXI est enfin en cohérence avec la démarche de structuration des recherches fortement interdisciplinaires dans un contexte géographique local Auvergne-Rhône-Alpes.

3.4 Gouvernance et budget

3.4.1 Direction de l'IXXI

RNSC. La direction de l'IXXI poursuivra les efforts destinés à renouveler les contacts et interactions avec les autres Instituts des Systèmes Complexes français (ISC PIF, ISC Normandie, ISC Bourgogne) à travers une réactualisation du Réseau National des Systèmes Complexes (RNSC). La Conférence on Complex Systems de 2020 à Lyon a été l'occasion, lors du workshop du Chapitre français de la Complex System Society, d'amorcer ces discussions. Elles engloberont notamment l'organisation de Journées Nationales des Systèmes Complexes, des réflexions sur le prix de thèse.

Site WEB. Comme déjà indiqué les efforts de communications (développement du site web, chaîne YouTube, . . .) se font sans personnel dédié et sont réalisés sur la base du volontariat par le CD de l'IXXI. Nous insistons sur le fait que cette situation constitue un frein significatif aux activités de l'IXXI. Des discussions sont engagées avec DUNES, le service idoine de l'ENS de Lyon, pour discuter de cette situation. L'éventuel soutien de la direction de l'ENS de Lyon est la bienvenue dans cette démarche. D'éventuelles offres de mises à disposition de personnel attaché à temps partiel à l'IXXI pour assister dans cette tâche seraient très bienvenues.

3.4.2 Partenaires du GIS IXXI

Le projet de l'année 2023 seront l'entrée de l'UJM dans le consortium IXXI et dans ses activités et la consolidation des relations avec l'USMB. L'IXXI sera également en relation régulière avec la MITI du CNRS pour assurer une bonne circulation de l'information entre l'IXXI et le CNRS, co-organisés des événements et construire le retour pérenne du CNRS dans le consortium.

La direction de l'IXXI tentera en 2023 une reprise de contact avec l'université Lyon 3 qui s'est exclue du consortium sans explication ni information fin 2021.

La direction de l'IXXI est à la disposition des partenaires du GIS et de leur VPR pour venir présenter dans les établissements le dispositif IXXI.

Le CD encourage enfin les partenaires non lyonnais de l'IXXI à organiser certaines journées d'études dans leurs locaux.

3.4.3 Budget 2023 : recettes et dépenses prévisionnelles

Le budget prévisionnel proposé aux membres du GIS, avec les cotisations de chaque partenaire, est présentées dans le tableau de gauche de la figure 7. Les points notables de l'évolution de ce budget sont les suivants :

- Le soutien accru de l'ENS de Lyon et la reversion en 2023 de la subvention rendue par un projet à la fin de l'année 2022,
- Le retour des soutiens CNRS et USMB au budget de l'IXXI.
- Le budget prévisionnel est donc pour la seconde année consécutive en hausse en comparaison de ceux des années précédentes (cf. figure 8).

Dans les dépenses prévisionnelles de l'année 2023 (cf. tableau de droite de la figure 7), nous prévoyons de réduire les dépenses de fonctionnement, l'IXXI a en effet profité des années Covid (avec moins de présentiel dans l'animation scientifique) pour réaménager et ré-équiper ces locaux. L'augmentation du budget sera systématiquement allouée à l'animation scientifique, à l'appel-à-projet, et au projet arts et sciences. Si la situation sanitaire y obligeait, une partie des recettes affectées à l'animation scientifique serait redirigé vers l'Appel-à-Projets.

Cotisations proposées aux partenaires	
Partenaire	Cotisation totale (€)
ENS de Lyon	39 200,00 €
ENS de Lyon (Report 2022)	4 000,00 €
CNRS	10 000,00 €
CNRS (Report 2022)	5 000,00 €
Université Lyon 3	0,00 €
Inria	10 000,00 €
Insa de LYON	5 000,00 €
Université Lyon 1	10 000,00 €
Université Lyon 2	5 000,00
Enssib	5 000,00 €
Université de Savoie	5 000,00 €
Université Grenoble Alpes	12 000,00 €
Projets en biologie systémique	17 000,00 €
TOTAL	122 200,00 €

Fonctionnement	10 200,00
Organisation et soutien d'événements	62 000,00
Appels à projets	50 000,00
TOTAL	122 200,00

Figure 7: Recettes et dépenses prévisionnelles 2023.

	Dépenses animation scientifique	Dépenses structure (dont hôtel à projets)	Total
2023	112 000,00 €	10 200,00 €	122 200,00 €
(prévu)			
2022	85 800,00 €	13 900,00 €	99 700,00 €
2021	85 000,00 €	14 300,00€	99 300,00 €
2020	79 002,00 €	2 565,00 €	81 567,00 €
2019	84 503,00 €	8 317,00 €	92 820,00 €
2018	102 536,00 €	4 964,00 €	107 500,00 €
2017	80 706,00 €	6 844,00 €	87 550,00 €
2016	109 118,45 €	7 200,55 €	116 319,00 €
2015	92 600,00 €	44 030,00 €	185 200,00 €
2014	34 977,00 €	183 798,00 €	218 775,00 €
2013	36 619,00 €	197 110,00 €	233 729,00 €
2012	89 846,00 €	190 117,00 €	279 963,00 €
2011	84 140,00 €	161 890,00 €	246 030,00 €

Figure 8: Budget : comparatif pluri-annuel.

A Projet scientifique pour les années 2021-2025

Cette section est la copie du projet long présenté au CA 2020 pour les 5 années 2021-2025 pour les 5 années à venir. Il est attaché ici pour facilité de lecture et pour information pour les représentants des partenaires non présents l'an dernier.

Le projet scientifique de l'IXXI est construit selon deux axes.

A.1 Sciences des complexités

A.1.1 Information et Intelligence artificielle

Le premier axe s'articule en deux directions de travaux méthodologiques relatives aux challenges scientifiques modernes rencontrés dans l'appréhension de la complexité des systèmes et structures d'information et des grandes masses de données dans un monde digital :

Les travaux de recherche de l'IXXI, historiquement construits autour de la notion de grands systèmes complexes dont l'étude doit être appréhendée de façon globale ou systémique et pluridisciplinaire, ont naturellement évolué vers la modélisation et l'analyse des datamasses, ensemble de données massives, produites par l'enregistrement systématique, continu, ubiquitaire et multiforme, des activités naturelles (géophysique, océanique, climatique...), animales, humaines (rythmes du corps, activités cérébrales, pratiques sportives...), sociales, économiques...

Ce monitoring omniprésent bouleverse radicalement la société dans son ensemble. Les révolutions dans les transports avaient profondément modifié les perceptions d'espace et de temps. Le monde digital dans lequel nous entrons est en train de modifier un concept encore plus fondamental : la perception des relations entre réalité et virtualité. La pratique de la science n'échappe pas aux retournements de paradigme induits par le monde digital. La science s'est construite par la formulation de théories, soutenues par des hypothèses, que l'on tentait de vérifier par des expériences et des observations. La collecte de quelques données, et l'analyse de l'information qu'elles portaient, permettaient alors de tenter de répondre à des questions préalablement formulées, afin de valider ou non ces constructions intellectuelles. Le monde digital est celui dans lequel se crée, on pourrait dire presque spontanément, des masses de données, sans que la nature de l'information qu'elles portent ne soit préétablie, ni même le fait qu'elles portent une information. Dans ce contexte, un pan de la recherche moderne, rassemblé sous le vocable d'Intelligence Artificielle, réside dans la fouille de données, la représentation et la visualisation de leur structure et l'extraction de l'information qu'elles contiennent.

Tous les champs des sciences sont concernés par les apports et l'usage de l'Intelligence Artificielle. Ce constat fournira naturellement le position-

nement interdisciplinaire des travaux en Intelligence Artificielle privilégiés à l'IXXI. L'IXXI favorisera d'abord des travaux théoriques et méthodologiques, à l'intersection notamment des mathématiques, du traitement statistique du signal et de l'informatique, dédiés à l'étude de l'apprentissage automatique des représentations d'informations et de données. Il s'agira à la fois de maîtriser techniquement la conception des architectures d'apprentissage, de contrôler leur entraînement (optimisation), de quantifier leur robustesse (reproductibilité, précision, fiabilité), mais aussi de les rendre utiles et utilisables, ce qui nécessitera d'étudier l'explicabilité de ces représentations (et des algorithmes les produisant) : peuvent-elles accomplir de façon performante des tâches complexes ? Peuvent-elles également rendre compréhensible comment elles le font ? Quelles sont les caractéristiques-clés qui ont permis une décision ? Quelle est leur nature ? Comment visualiser la structure d'une information dans une grande masse de données ? Peut-on apprendre de ce qui a déjà été appris (transfer learning) ?

Alors que le mirage de l'Intelligence Artificielle a d'abord laissé croire que la connaissance produite par ces machines allait supplanter celles des experts de chaque discipline, les travaux récents se préoccupent au contraire de remettre la connaissance expert à disposition de la machine (transfer/reinforcement learning). L'usage de l'Intelligence Artificielle dans toutes les disciplines permettra de réfléchir collectivement aux outils et moyens de faire coopérer connaissance expert et Intelligence Artificielle. L'approche interdisciplinaire sera ici un atout majeur car la connaissance expert ne se formalise pas de la même façon en physique (équations de la dynamique des fluides pour le climat), en médecine (réalisation d'un diagnostic mélangeant observations d'un patient, connaissance en physiologie et probabilité), en économie (mécanismes économiques globaux et comportements collectifs d'assemblée d'agents individuels...), etc. Son incorporation dans une stratégie d'apprentissage répondra donc à la fois à des principes généraux et des spécificités disciplinaires.

Le recours systématique à l'Intelligence Artificielle dans la vie quotidienne soulève également d'importantes questions autour de l'allocation / consommation de ressources, d'une part, de l'éthique, d'autre part. La structure interdisciplinaire de l'IXXI rassemblant des compétences, des outils, des pratiques et des conceptions de la recherche issus à la fois des SEE et des SHS, la proximité du partenaire SciDoLySE (voir plus loin) font de l'IXXI le lieu idéal pour stimuler une contribution rhônalpine forte de la recherche dans ce domaine.

A.1.2 Transition numérique

Si toutes les disciplines sont transformées par la généralisation du numérique au sein des sciences, l'idée que l'observation des effets de la transition numérique au sein des pratiques de recherche nécessite des approches inter-

disciplinaires semble aller de soi. Cependant, si l'on ambitionne de mener une interdisciplinarité qui soit plus qu'une juxtaposition de points de vue ou une instrumentalisation des apports des uns et des autres, la définition d'un objet commun et de modalités équilibrées dans les relations entre disciplines est nécessaire. En caricaturant certains écueils dans des collaborations entre sciences, si les SHS sont cantonnées au rôle de fournisseurs de données "intéressantes" ou de garde-fou éthique a posteriori, ou réciproquement si c'est simplement le développement gratuit d'interfaces simples à utiliser qui motivent les chercheurs SHS à collaborer avec les chercheurs en SEE, les conditions d'une pluridisciplinarité tenant compte des critères scientifiques et des méthodes de chaque discipline ne sont pas réunies. De par ses réseaux et ses partenariats, l'XXI offre un cadre propice au développement permettant d'atteindre une interdisciplinarité plus ambitieuse en permettant le transfert de concepts et de méthodes entre disciplines dans les deux sens.

Néanmoins, à l'heure où la complexité atteint les frontières des univers sociaux (climat, épidémies, pratiques numériques), le dialogue SHS-SEE reste un défi. L'une des caractéristiques des SHS est d'appréhender les données non comme un matériau neutre et prêt à l'emploi, mais en accordant attention à la manière dont elles ont été construites ou obtenues, de savoir interroger la dimension sociale des données destinées à appréhender ce social. Ceci peut expliquer en partie que l'intérêt du recours aux méthodes quantitatives fasse parfois encore l'objet de débats virulents et que celles-ci soient parfois rejetées. En témoigne un récent débat aux États-Unis concernant la capacité des statistiques appliquées à l'étude de la littérature de poser des questions intéressantes ou même d'en capturer la complexité particulière. Le manque de savoir-faire communs entre SHS et SEE et des différences d'approches épistémologiques expliquent également la complexité des interactions SHS/SEE.

Quoique la transition numérique affecte les disciplines de manière différente, elles sont cependant toutes confrontées à la montée en puissance des données numériques qu'il faut pouvoir rendre accessible de manière ouverte pour permettre la validation des résultats et la réutilisation (science ouverte et reproductible). À travers cette convergence, il y a un terrain d'étude à la fois concret et riche d'enseignement sur la manière dont les pratiques évoluent et impactent les "métiers de la recherche". De nouvelles articulations entre compétences disciplinaires et numériques peuvent se lire à partir de la manière dont ces jeux de données sont organisés et présentés dans les entrepôts destinés au partage. Dans l'esprit des financeurs de la recherche publique cette possibilité de réutilisation doit s'étendre bien au-delà des communautés au sein desquelles elles ont été produites. Il y a également dans ces données particulières des niveaux d'élaboration et d'explicitation plus avancés. Elles offrent ainsi un "bon objet" commun à la réflexion interdisciplinaire sur les effets de la transition numériques. Les défis posés par la publication de données réutilisables par différentes disciplines offrent alors un prisme focalisé

pour étudier la transition numérique de manière interdisciplinaire. Tout en permettant aussi d’impliquer les SHS d’une manière plus complète.

Pour mener à bien ce programme, l’IXXI proposera de centrer les réflexions sur la manière dont la transition numérique affecte les processus de publication de jeux de données permettant la réutilisation au-delà des communautés d’origine de leurs collecteurs ou producteurs. En effet, rendre les données réutilisables suppose de les décrire en explicitant les cadrages conceptuels ou théoriques préalables, et d’exposer de manière transparentes les différentes couches de traitements. Pour cela, il sera notamment proposé de mener un séminaire à partir d’études de cas de mise à disposition de données. Les rencontres menées dans ce cadre pourront ainsi permettre d’observer la transition numérique à deux niveaux : aussi bien à travers les caractéristiques propres des jeux de données publiés qu’à travers la manière dont elles sont structurées, décrites ou explicitées suffisamment pour les besoins d’autres disciplines comme par exemple une information suffisante sur les conditions de collecte ou les choix théoriques dont dépend leur formalisation numérique. Bien entendu, les lauréats de l’appel à projet conjoint IXXI-BioSyL-MSH seront invités à présenter leurs travaux et les données produites dans ce cadre.

A.1.3 Grands enjeux scientifiques et sociétaux

Ces outils intellectuels seront confrontés à leur mises en œuvre dans plusieurs champs d’applications adossés à d’importants enjeux sociétaux.

Médecine et Neurosciences. Les chercheurs associés à l’IXXI ont déjà une longue pratique d’échanges, d’interactions et de conduites de travaux en collaboration avec des équipes de recherche médicales (aide à la détection d’acidose précoce chez le fœtus pendant l’accouchement avec l’Hôpital Femme-Mère-Enfant, surveillance du rythme cardiaque chez l’adulte avec l’hôpital Cardiologique. . .) et/ou en neurosciences (détection précoce des crises d’épilepsie avec le Centre de Recherche en Neurosciences de Lyon. . .). Les problèmes de télémédecine, d’appréhension globale de la santé d’un patient, par l’analyse de ces différents grands réseaux fonctionnels (cerveau, cardio-baroréflexe, sommeil. . .) et de leurs interactions constituent des questions centrales du monde moderne. L’étude du cerveau, soit à des fins thérapeutiques, soit pour appréhender une compréhension de tâches qui le mobilise globalement (attention, conscience, perception du temps. . .) reste un exemple emblématique de problématique ”système complexe”. Des journées prospectives avec les hôpitaux des Hospices Civils de Lyon, le Centre de Recherche en Neurosciences de Lyon et les équipes de Recherche de l’Université de Lyon (telles que celles du laboratoire CREATIS) seront organisées, pour favoriser la naissance de nouveaux projets exploratoires interdisciplinaires.

Crise et urgence sanitaire (pandémie de Covid-19). La pandémie de Covid-19, en même temps qu’elle frappait la totalité du globe de manière

foudroyante, a également induit des réactions et mobilisations des acteurs et ressources de la recherche exceptionnelles, par leur rapidité, leur vigueur, leur dimensions planétaires et éminemment interdisciplinaires. Plusieurs équipes de recherches lyonnaises ont déjà rassemblées des compétences des SEE (mathématiques, physique, traitement de l'information et informatique) aussi bien que des SHS (géographie, sociologie) pour contribuer à la lutte contre la pandémie. Par exemple, des outils de surveillance de l'évolution de la pandémie ont été développés et produisent aujourd'hui en routine quotidienne des prévisions de l'évolution spatio-temporelle de la pandémie (via l'estimation du nombre de reproduction). Ces estimées sont rendues robustes par l'utilisation d'outils avancés d'optimisation et leurs mises en œuvre algorithmique efficace. Ces estimées sont également rendues lisibles et accessibles grâce à la conception de cartes animées et interactives, déployées grâce à des savoir-faire typique articulés entre SHS et SEE. Ces résultats sont accessibles à perso.ens-lyon.fr/patrice.abry.

L'IXXI, lieu de rencontre de compétences interdisciplinaires, aidera à la montée en puissance de la recherche anti-covid. Il soutiendra d'abord la démarche entreprise dans la conception d'outil de surveillance de l'évolution de la pandémie. Ces travaux vont prendre une nouvelle direction très originale, permise par des échanges avec le service d'Hématologie Biologie de l'hôpital de la Croix-Rousse et le Centre de Recherche sur le Cancer de Lyon : il s'agira de fonder l'évaluation de l'évolution spatio-temporelle de la pandémie sur des données de nature radicalement différente : des prélèvements et examens sanguins, pratiqués en routine clinique quotidienne. Ces mesures, reposant sur des examens faits de toutes façons, conduiront à un faible surcoût, produiront des résultats disponibles immédiatement et à l'échelle du territoire via le réseau d'hôpital mis en place par l'équipe des médecins de l'hôpital de la Croix-Rousse. L'IXXI soutiendra également l'effort dialectique de "visualisation cartographiée" d'estimations spatio-temporelles, éventuellement multivariées (plusieurs indices seront donnés à voir en même temps), la visualisation posant de nouvelles questions aux données et aux outils. L'IXXI s'efforcera d'élargir la démarche interdisciplinaire. D'autres champs scientifiques seront sollicités (biologie, neurosciences, psychologie, philosophie...). Ces travaux de recherche, sur un sujet dont l'enjeu est majeur pour la société, seront adossés au deuxième grand axe de réflexions de l'IXXI (Complexités de la science et relation Sciences/Société). Ils seront notamment coordonnés avec l'organisation du Séminaire Covid, décrit plus loin et les efforts pour porter la parole scientifique au-delà des murs de l'université.

On peut espérer que la pandémie de Covid-19 verra son terme avant celui du prochain mandat de l'IXXI. Néanmoins, cette thématique de crise et urgence sanitaire restera un sujet de préoccupation sociétal important, nécessitant une réflexion et des équipes inter- et pluri-disciplinaires. La pandémie de Covid-19 fournit donc le matériel grandeur nature d'une thématique de

recherche appelée à être construite et de développer sur la durée, et donc pérenne et non simplement opportuniste.

Biologie systémique : Ce thème est proposé et porté par BioSyL, structure fédérative, dont les liens avec l'IXXI seront explicités plus loin. La biologie systémique a pour objet de proposer des visions intégrées des systèmes vivants qui englobent les connaissances sur leurs composants et les interactions, notamment dynamiques, entre ces composants (molécules, cellules, organes, individus, communautés, etc.) en confrontant expériences et modélisations. Cette approche a le potentiel de permettre de comprendre certaines propriétés des systèmes biologiques comme un comportement collectif de leurs composants (molécules, cellules, tissus, individus ou espèces) émergent de la dynamique des interactions élémentaires. Les enjeux contemporains de la biologie systémique peuvent être posés soit en termes de questions biologiques ouvertes, soit en termes méthodologiques. Parmi les questions ouvertes, l'accent portera sur les points suivants :

- Comment les identités cellulaires sont-elles spécifiées au cours des processus développementaux ? C'est une question pour laquelle les approches en cellules uniques projettent un éclairage nouveau qui illustre parfaitement l'extrême complexité des phénomènes sous-jacents.
- Quelles sont les causes de la variabilité (entre individus, entre cellules. . .) qui reste toujours très présente dans les données biologiques ou médicales ? Démêler les différentes causes de variabilité dans les processus moléculaires et physiologiques, d'une manière quantitative, reste un enjeu majeur pour par exemple analyser des données venant de patients différents.
- Comprendre les origines évolutives de la complexité des systèmes biologiques peut-il nous permettre de mieux comprendre l'association structure-fonction dans ces systèmes ?
- Comment les modifications anthropiques (e.g., perte de biodiversité, réchauffement, morcellement des paysages) impactent-elles la dynamique évolutive des écosystèmes ?
- Comment combiner approches novatrices, notamment en imagerie, analyse du signal et modélisation dynamique pour caractériser les dynamiques spatiales nucléaires ?
- Comment certaines propriétés collectives (de molécules, cellules, tissus, individus ou espèces) émergent des interactions élémentaires et de leurs dynamiques ?

D'un point de vue méthodologique, les principaux enjeux sont :

- Le fléau de la dimension. Par exemple, une cellule peut être vue comme un point dans un espace à 30.000 dimensions (le nombre de gènes). Comment appréhender l'identité et l'état d'un élément dans cet immense espace est un enjeu majeur et ouvert.
- Définir et mettre en œuvre des modélisations multi-échelles adaptées. Les systèmes vivants couplent de façon dynamique et de façon cir-

culaire des échelles de temps et d'espaces variées qu'il faut réussir à intégrer dans un même modèle.

- Définir les questions (au delà de la réduction de la dimension) pour lesquelles les approches de machine-learning sont pertinentes.

Analyse automatique de données textuelles : Analyser des textes pour en comprendre et interpréter le contenu, saisir les contextes sociaux et historiques de leur production ou construire des discours nouveaux est, au moins depuis l'antiquité, une pratique consubstantielle de l'exercice de la pensée humaine. Les traditions herméneutique et philologique sont les racines de nombreux pans des SHS pour lesquels le texte est un objet central, que ce soit dans leurs démarches méthodologiques ou leurs constructions théoriques. La naissance de l'informatique et la possibilité de manipuler des représentations numériques des textes ont rendu possible la constitution du texte comme donnée. Ce tournant dans l'appréhension du texte s'est produit à différentes reprises, donnant naissance à différentes communautés scientifiques : au sein des sciences du langage (les communautés d'Analyse de Données Textuelles et de Linguistique de Corpus) et en informatique (la communauté en Traitement Automatique des Langues et en Fouille de Textes). Ces communautés sont longtemps restées relativement indépendantes les unes des autres, développant leurs propres enjeux épistémologiques et répertoires méthodologiques. Mais dans l'ère de numérisation du monde et de profusion de données dans laquelle nous sommes entrés, on assiste à un mouvement de convergence. Outre les disciplines historiques du texte comme donnée, ce mouvement agrège également des disciplines des Sciences Expérimentales et Exactes, à travers les avancées fulgurantes de l'Intelligence Artificielle dans le traitement et l'analyse de texte, et des disciplines des Sciences Humaines et Sociales, à travers l'essor des Humanités Numériques et l'appropriation de technologies numériques comme méthodes et objets.

L'IXXI a un rôle central à jouer dans l'accompagnement de ce mouvement. Différentes équipes au sein de la communauté IXXI développent depuis longtemps des thématiques de recherche qui les inscrivent dans ces communautés. Du côté SHS, les laboratoires ICAR et IHRIM ont une expertise reconnue en linguistique de corpus et statistique textuelle. Du côté de l'informatique, celle des laboratoires LIRIS et ERIC l'est en recherche d'information et fouille de textes. Ces structures ont noué de longue date des collaborations entre elles, avec l'IXXI et avec les autres acteurs rhônalpins des sciences des données et de de l'Intelligence Artificielle. Le projet de l'IXXI est de s'appuyer sur ce réseau pour porter le développement d'une thématique Intelligence Artificielle et texte. Dans cette optique, le texte est vu comme un objet pivot de l'interdisciplinarité traversant Sciences Humaines et Sociales et Sciences Exactes et Expérimentales capable de rassembler autour de cette notion l'ensemble des acteurs concernés de la communauté de l'IXXI pour confronter les approches et catalyser de nouvelles interactions. L'objectif est double. D'une part, il s'agit de diffuser vers les SHS les mé-

thodes de sciences des données et l'IA par l'organisation de formations et en utilisant l'appel à projets comme levier. D'autre part, il s'agit d'informer les recherches en IA et sciences de données des enjeux et problématiques propres aux SHS. Par exemple, les modèles de langues sont souvent issus de l'industrie et repose sur une langue standard et contemporaine. De nombreux projets de Sciences Humaines et Sociales travaillent au contraire sur des variétés de langues non standard (par exemple dans le projet SoSweet mené à ICAR et au LIP qui s'intéresse à la variation du français sur Twitter) ou anciennes (par exemple dans la base de français médiéval, un corpus de textes du IXe au XVe siècles conçu par l'IHRIM). Il y a donc un besoin de produire des modèles de langues adaptés à ces situations.

Urgence climatique et écologique : La terre, les océans, l'atmosphère et de nombreux autres ingrédients fondamentaux à la dynamique climatique font partie des systèmes naturels dont les évolutions spatio-temporelles sont les plus mesurées, par exemple par des dizaines de satellites. Cependant, l'abondance de données ne produit pas toujours facilement de l'information. Par exemple, et malgré des équations déterministes d'évolution dynamique, il reste très difficile de prévoir de façon certaine l'occurrence d'importants phénomènes météorologiques (ouragan, canicule...), dont l'impact sociétal est pourtant majeur. La conjonction de ces trois caractéristiques, données abondantes, extraction d'information difficile, impact sociétal significatif font de ce champ scientifique un candidat idéal pour aborder les questions d'apprentissage décrites ci-dessus : apprentissage de représentation, performance de prévisions, explicabilité de la performance, apprentissage par transfert (du plus rare au moins rare), incorporation d'une connaissance expert (sens de rotation de la terre...). Des journées de travail, échanges et réflexions seront organisées en partenariat avec le GDR (CNRS INP) "Outils théoriques pour le Climat" et l'institut "Mathématiques-Planète-Terre", porté sur les fonds baptismaux par l'INSMI (CNRS) en 2021 et installé à Lyon. Le réseau SciDoLySE évoqué plus loin sera également invité à participer à l'élaboration de ces journées scientifiques.

De grands enjeux sociétaux constituent des sujets privilégiés pour décliner ces questions méthodologiques :

- Santé publique et neurosciences,
- Crise sanitaire et urgence Covid,
- Biologie systémique,
- Lecture/interprétation de l'information par analyse textuelle,
- Urgence climatique et écologique.

A.2 Complexités des Sciences

Le second axe, Complexités des sciences, sera construit autour de trois directions :

1. Science et Société, avec plusieurs grands séminaires de réflexion in-

terdisciplinaires :

- Covid, qui rassemblera des conférences en épidémiologie, biologie, chimie, traitement du signal et de l'image, économie, politique, sociologie.
 - Épistémologie des sciences de la complexité, qui s'intéressera au rôle de la parole scientifique dans la société et aux relations entre scientifiques et décideurs.
2. Science et Arts : La Science au service de l'Art (aide à l'"expertise" scientifique), l'Art au service de la Science (médiation scientifique), créations artistiques science-inspirées. Rapprochement avec les musées.
 3. Science et Formations : Enseignements inter disciplinaires, formation permanentes, (in)formation du citoyen.

La transition vers un monde numérique et virtuel, encourage ou oblige, selon la perception de chacun, les acteurs de la recherche scientifique, toutes disciplines confondues, à repenser le rôle et la place de la science dans la société. L'IXXI, lieu d'une pratique interdisciplinaire de la science engagée dans les recherches à enjeux sociétaux, entend amplifier ses réflexions relatives à ce repositionnement et y contribuer. Pour ce faire, l'IXXI structure son second grand axe de travail selon trois directions : sciences et société, sciences et arts, sciences et (in)formation.

A.2.1 Sciences et société

La crise sanitaire liée à la pandémie Covid-19, a réalisé un sidérant stress-test d'aspects aussi nombreux que variés de la société. L'univers de la recherche n'y a pas échappé. Si, d'un côté, la production de connaissances a été remarquable et probablement unique par sa qualité, quantité et rapidité, la parole scientifique a, d'un autre côté, été malmenée, mal-comprise, peut-être mal utilisée. Le renversement de statut du discours scientifique de parole sacrée à information décrédibilisée, réalisé lui aussi à vitesse sidérante, questionne sur les relations entre sciences et société. Dans ce contexte, l'IXXI positionne ses travaux dans une double perspective, d'urgence et de moyen/long terme, tentant ici de réconcilier deux échelles de temps, celles de l'action dans la société, et celle de la production du savoir. Ainsi, l'IXXI propose la création de deux grands séminaires : Covid et Epistémologie historique. Ces séminaires seront interdisciplinaires, destinés à un public averti mais non spécialisé, pensés vers le grand public et éventuellement ouvert à un tel auditoire. Ces séminaires seront longitudinaux, par exemple, mis en place à intervalles réguliers (une fois par mois) pour une année, et renouvelables. Ces deux séminaires envisageront des séances communes notamment autour de la place de la parole scientifique dans la société ou des relations scientifiques/décideurs.

Séminaire "Covid". Motivé par le devoir et le désir de contribuer à la réflexion qu'impose la crise Covid à notre société, ce séminaire se voudra transdisciplinaire. Il rassemblera ainsi des exposés de médecins, biologistes et chimistes, relatifs aux recherches dédiées à la nature du virus, aux thérapies et aux vaccins, des contributions d'épidémiologistes, mathématiciens, traiteurs de signaux et informations pour rendre compte des outils et méthodes de modélisation prévision et surveillance de l'évolution de la pandémie, d'économistes pour rendre compte des coûts économiques, et des sciences sociales pour discuter des divers impacts sociologique et psychologique des conséquences de la pandémie. Ce séminaire sera également l'occasion de s'interroger sur le rôle et la place de la parole scientifique dans la société pendant la crise sanitaire en cours. Ce séminaire sera piloté par Patrice Abry et Eric Guichard.

Séminaire "Epistémologie historique". Le séminaire d'épistémologie historique, qui fonctionne depuis des années sur Lyon avec Jean Dhombres et Eric Guichard, et ouvert à tous ceux ayant une formation scientifique, philosophique ou sociologique, doit évoluer pour permettre de constituer une communauté de chercheurs. S'ils œuvrent dans différents domaines largement liés aux sciences, le but est de ne pas les enfermer dans une attitude de spécialisation, certes souvent efficace à court terme. Ce séminaire veut devenir une fenêtre sur bien d'autres recherches, et use de l'histoire parce qu'elle est comme un fond d'expérimentations du passé. L'objectif de ce séminaire est de comprendre comment on travaille en science, comment on diffuse de la science par l'écrit, comment on se trompe aussi en science, et quelles sont les interactions d'un chercheur avec la société de son temps. Il y a chaque année un thème, et le but est d'attirer divers chercheurs pour prendre en main certaines séances. Cette année le thème est une question : à quoi a servi la modélisation mathématique et ce qu'elle n'a pas pu faire ? C'est une des plus vieilles questions de la philosophie que de savoir ce que l'on peut justement savoir. Et aussi vieille comme question celle de savoir si ce que l'on pourrait effectivement savoir mérite qu'on s'attelle à la tâche de le savoir vraiment. Car le savoir, même celui qui paraît frivole, résulte d'une construction - l'astrologie aussi bien que le comportement d'un trou noir ou d'une pandémie - et d'une composition qui joue des divers entrelacs de la démonstration, de l'observation, mais aussi de l'écriture afin de constituer une connaissance, forcément située et pourtant avec une couverture d'intemporalité. Contrairement à l'art et à la politique, l'écrit est bien plus important pour celle que l'on qualifie de scientifique et qui a le grand avantage de ne pas être une incessante remise en cause, tout en reconnaissant l'importance de véritables révolutions, y compris dans la science dite à tort comme la plus immuable, les mathématiques. Du coup, la modélisation mathématique, quoique sans ce nom mais toujours avec l'affichage d'un virtuel, a joué un grand rôle dans la fabrication de science, par ses calculs écrits sous toutes les formes, des épicycles de Ptolémée aux algorithmes des Big Data, en passant par les for-

mules, les équations aux dérivées partielles, etc. Avec une forte tendance à assurer que la prévisibilité était une qualité a priori reconnue de par le côté axiomatique et logico-déductif des mathématiques. Cette croyance épistémologique a changé. D'une part parce que l'investigation mathématique a quitté ce qui parut longtemps sa limitation fondamentale, le quantitatif des grandeurs numériques, ne serait-ce qu'en s'investissant en logique comme en topologie et retrouvant même l'objectif aristotélicien des classifications avec l'exemple pertinent de la théorie des catastrophes. D'autre part, parce que la révolution probabiliste est venue inscrire sa marque épistémologique profonde. Le propos, par ces neuf séances mensuelles à chaque fois consacrées à un thème précis qui contraint à lire des textes de chercheurs du passé, n'est pas de faire de l'épistémologie abstraite, voire prévisionnelle, mais de choisir des cas concrets de modélisation, de mesurer leurs succès, ou leurs échecs sur différentes échelles, ce qui revient le plus souvent à les inscrire dans la trame historique qui le plus souvent en modifie les conditions d'exercice. Peut-être le thème de la première séance dit bien la nature du séminaire : une modélisation ratée : la loi des chocs de Descartes ; une modélisation inachevée : la composition des forces au siècle des Lumières avec d'Alembert. Ce séminaire sera piloté par Jean Dhombres, Eric Guichard et Alexandre Moatti.

A.2.2 Sciences et Arts

L'art constitue en soi une part importante de l'expérience humaine. Les arts et leurs pratiques ont ainsi un rôle important dans la vie de nos sociétés. Ils complètent ainsi d'une troisième dimension naturelle les interactions entre sciences et société. L'IXXI inscrira donc une activité "sciences et arts" dans une tentative de réfléchir à la complexité de la démarche créative et aux relations "sciences et société". Cette activité sera déclinée en trois catégories.

1. La science au service de l'Art. Comment des outils et méthodes d'analyse de données et d'Intelligence Artificielle peuvent aider les conservateurs et curateurs dans de multiples tâches d'analyse d'œuvres d'art et de patrimoine (conservation, classification, authentification, . . .) ?
2. L'Art au service de la science. Comment le media "Art" ou les techniques artistiques peuvent aider à construire un lien entre la science et la société, les scientifiques et le grand public ?
3. Créations artistiques : des créations artistiques science-inspirées, conçues et réalisées entre artistes, chercheurs et citoyens.

Cette direction de travail s'appuiera sur l'expérience d'équipes associées à l'IXXI ayant déjà contribué à de telles entreprises et projets. De nombreux exemples existent déjà. Des résidences d'artistes dans les laboratoires de recherche ont déjà été organisées. Ces tentatives seront poursuivies. La participation d'équipes de chercheurs au projet international "Image Processing for Art Investigations" pourraient donner prétexte à l'organisation du prochain

workshop de ce projet à et par l'IXXI, invitant des spécialistes et experts internationaux. De telles entreprises pourront dynamiser des échanges entre les départements de SEE et SHS des partenaires de l'IXXI, ou avec les musées rhônalpins. A l'ENS de Lyon par exemple, des chercheurs de l'IXXI, du Laboratoire de Physique, d'ICAR, de l'Institut d'Histoire des Représentations et des Idées dans les Modernités. Différents établissements tutelles de l'IXXI entretiennent des relations avec les musées locaux (Musées des Confluences, Musée des Beaux-Arts, Musée d'Art Contemporain), ou développent des actions "Arts et Sciences" (e.g. Camille Michel à la cellule des projets culturels et artistiques à l'Université de Lyon). Des discussions préliminaires entre ces différents acteurs des établissements partenaires existent déjà et demandent à être formalisées et amplifiées. D'autres structures, le projet Porosity par exemple, existent hors musées et universités et seront contactées.

Le triangle "arts ? sciences ? société" nous semble donc fournir un excellent "trigger" de travaux et réflexions engageant tous les pans des préoccupations de l'IXXI : mondes numériques, intelligences artificielles ou non, sciences humaines et sociales vs. Sciences exactes et expérimentales, sciences et société.

A.2.3 Sciences et (in)formation

Une autre dimension de la complexité de la pratique des sciences réside sans conteste dans l'articulation de la double mission de production et de transmission d'information (de savoir).

Enseignements. L'IXXI est déjà fortement impliqué dans une mission de formation à travers son rôle et sa contribution aux enseignements intra- et interdisciplinaires. Même si les enseignements restent adossés aux départements d'enseignement dont ils relèvent, l'IXXI a fortement contribué à de nombreux enseignements, et par des ressources humaines et par la production du matériel intellectuel enseigné.

L'IXXI a notamment accompagné la naissance et l'essor de l'orientation "Systèmes Complexes" conjointe aux Masters des Sciences de La Matière et de BioSciences (UCB Lyon 1 et ENS de Lyon). Ce parcours est bien installé avec un flot régulier et soutenu d'étudiants de ces deux disciplines (Physique et Biologie, en plus d'étudiants d'autres domaines suivant certains cours : d'Informatique, de Mathématique, de Sciences cognitives, . . .). Il continuera de recevoir les efforts de l'IXXI en amplifiant les dimensions apprentissages dans leurs variétés techniques et en intégrant les différences dans les pratiques disciplinaires.

L'IXXI organise une montée en puissance de son implication dans le Master "Humanités Numériques" coaccrédité par plusieurs établissements membres du GIS (Lyon2, Enssib, Lyon3, ENSL). En visant à "articuler les problématiques et les méthodes des SHS, de la statistique et de l'informatique,

pour élaborer, analyser, interpréter socialement et techniquement des corpus numériques”, ce master offre plusieurs points d’articulation avec les thématiques portées par l’IXXI. En s’appuyant sur les liens existants (Jean-Philippe Magué, directeur adjoint de l’IXXI, fait partie de l’équipe enseignante et du comité de pilotage du master ; Julien Velcin, membre du Comité de direction de l’IXXI, y enseigne également), l’IXXI s’attachera à densifier ces connections : les recherches portées par l’IXXI pourront être présentées lors du séminaire du master, l’IXXI formulera des propositions pour les projets transversaux menés par les étudiants et soumettra des sujets de stage pour accueillir des étudiants dans ses équipes résidentes.

L’IXXI est à l’initiative du Module de première année ENSL (transformé en cours pour non spécialiste pour l’année 2020-2021) Comprendre les Mondes Numériques, qui réunit étudiants de SEE et de SHS pour les former aux enjeux et méthodes de la transition numérique.

L’IXXI va de plus s’impliquer dans une UE portée par le département de sciences sociales à l’ENSL, sous une forme encore à définir (cours de master ou d’initiation). Ce cours sera ouvert à toutes les spécialités disciplinaires sur la thématique Sciences et société. Ce sera l’occasion de développer les questions liées aux problématiques contemporaines (pandémie, numérique et algorithmes, lanceurs d’alerte, controverses scientifiques, science et citoyenneté, histoire sociale des sciences, etc.), de mettre en évidence les dynamiques épistémologiques induites par les mises en correspondance de ces thématiques et les pratiques informatiques. Divers chercheurs de Triangle, de l’IHRIM, de l’université Lyon 3, etc. sont pressentis ou ont déjà donné leur accord. Le GSPR (Groupe de Sociologie Pragmatique et Réflexive, dir. Francis Chateauraynaud, <http://www.gspr-ehess.com>) est d’accord pour s’impliquer dans cet enseignement et les réflexions connexes. D’autres structures ENS de Lyon (master de sociologie) sont motivées par cette thématique. Cet enseignement sera porté par E. Guichard et E. Picard

Formations et information. Au-delà de la transmission des savoirs par l’enseignement classique, l’IXXI réfléchira à un positionnement orienté vers les professionnels de la recherche (formation permanente) ou vers le grand public. Il ne s’agira pas ici de dupliquer ou de réinventer l’existant mais de s’articuler avec et d’y contribuer.

D’une part, l’IXXI réfléchira ainsi à proposer des ressources et matériels aux structures de formation permanentes des organismes partenaires sur les thématiques et sujets relevant de ces compétences. Les succès récents de formations (Python) en Intelligence Artificielle offertes par l’Université de Lyon indiquent des exemples de référence à suivre. Des formations liées aux productions de carte (SVG) et aux outils de visualisation d’information constituent certainement des exemples de besoins communs à tous les champs de la science, qui contiennent en soi le ferment de démarches scientifiques transdisciplinaires (partager des outils est en soi un moyen d’interdisciplinarité entre sciences humaines et sociales et sciences exactes et expérimentales).

D'autre part, l'IXXI ne peut rester sans positionnement face à la nécessité de mettre la parole scientifique à la disposition des citoyens. La diffusion des savoirs scientifiques et culturels sur internet (on pourrait l'appeler diffusion numérique des savoirs) a connu de profonds bouleversements ces dernières années. Du côté des institutions publiques, plusieurs initiatives existent ou ont existé : le portail science.gouv.fr (2004-2014), ou le pôle "Diffusion des savoirs" de l'ENS de Lyon (depuis 2010, et toujours actif) ; et bien évidemment Universcience et le réseau régional des CCSTI (centres de culture scientifique, technique et industrielle). L'apparition depuis 2014 des chaînes de vulgarisation YouTube, comme des chaînes internationales dédiées TED ou TEDx, bouleverse ce paysage, et peut-être le rapport au savoir. D'autres structures existent, par exemple, le site fédératif Canal-U (canal-u.tv), "la WebTV des universités", avait été créé dès 2000, qui a aussi pu intégrer en son sein l'Université de Tous les Savoirs du philosophe Yves Michaud, 2000-2012).

A l'heure de la crise sanitaire, où la parole scientifique auprès du grand public a pu prendre une tournure politique, et vice-versa, sans doute au détriment de la première, la question de la diffusion des savoirs se pose de manière plus lancinante encore. L'IXXI réfléchira à se positionner face à ces mouvements, à y contribuer ou à contre-proposer. L'IXXI réfléchira aussi à un positionnement vis-à-vis d'événements récurrents comme la fête-de-la-science ou l'accueil de collégiens et lycéens par les laboratoires de recherche des établissements partenaires.

A.3 Animation et gouvernance de la recherche

L'IXXI fera évoluer ses structures d'animation et de gouvernance afin de continuer à favoriser la prise de risque, la créativité, l'exploration des frontières, la création de liens et de visibilité entre les structures et ressources existantes dans l'Université de Lyon, les partenaires rhônalpins et la société dans laquelle ils évoluent.

A.3.1 Animation de la recherche

Appels à projets. L'IXXI revendique l'amplification de son "appel à projets", conçu pour satisfaire les us et coutumes de chaque champ disciplinaire, mais qui assumera de préserver une structure simple et souple, conditions sine qua non de créativité, d'interdisciplinarité, de prise de risques, et d'exploration des frontières. L'intérêt d'un appel au "fil-de-l'eau" sera discuté. L'IXXI réfléchira à la manière d'organiser un rendu collectif des travaux effectués par les projets soutenus (journée bi-annuelle ?). L'IXXI demandera une identification par leurs auteurs des travaux (publications...) soutenus par l'IXXI.

Plus généralement, l'IXXI encouragera :

- une identification par leurs auteurs et organisera la visibilité des travaux permis par l'IXXI,
- les efforts de production de science ouverte et reproductible, notamment via les publications "open-source".

Hôtel à projets.

Pour s'adapter aux contraintes et aux structures de la recherche moderne, qui rendent malaisée une installation semi-permanente d'une équipe de recherche, l'IXXI offrira, en complément du séjour long proposé jusqu'ici, un format visiteur régulier de son hôtel à projets. Ces collaborateurs réguliers, dûment identifiés, seront accueillis par exemple un jour par semaine (modulation à la carte) dans des bureaux dédiés. L'organisation de la mutualisation de ces bureaux sera assurée par l'IXXI. Cette organisation permettra aux membres résidents et aux membres associés non résidents des interactions plus structurées, régularisées, facilitées et donc plus riches et productives.

Organisation de et soutien à événements. Outre l'organisation des deux grands séminaires mentionnés plus haut, l'IXXI poursuivra dans sa démarche encourageant l'organisation de journées ciblées visant à susciter des interactions et travaux interdisciplinaires. Des journées-séminaires sont déjà en projet :

- Biologie systémique et Intelligence Artificielle (en partenariat avec BioSyLet SciDoLySE, voir plus bas).
- Médecine, Cancer et Neurosciences et Intelligence Artificielle,
- Analyse de données textuelles et Intelligence Artificielle,
- Séminaire "partage de données",
- Arts et Sciences.

Vis-à-vis de la société, la pertinence de l'organisation de journées destinées aux collégiens et lycéens dédiées aux métiers et à la pratique de la recherche sera étudiée.

Relations aux autres "instituts" et "structures" transverses positionnés sur des thèmes proches. Dans la mise en œuvre de son projet, l'IXXI cherchera à tisser, favoriser et rendre visible un réseau de relations scientifiques existantes, à enrichir ou à construire entre les structures de recherche rhônalpines dont les activités relèvent des objets et thèmes mentionnés ci-dessus. L'IXXI donnera ainsi un nouvel élan fédérateur à ses relations historiques (BioSyL, Maison des Sciences de l'Homme Lyon Saint-Etienne) et établira des synergies avec des partenaires naturels, dont la naissance a été aidée par l'IXXI (SciDoLySE, Fabrique des questions simples, Université de la mutation), ou potentiels (Centre Blaise Pascal, Institut Mathématiques-Planète-terre, Institut Michel Serres, Institut des Sciences de l'Environnement). Des discussions sont déjà avancées avec BioSyL et SciDoLySE. Des contacts seront pris avec les autres initiatives partageant la motivation de fertilisation

croisée des efforts.

BioSyL(Biologie Systémique Lyonnaise) est une structure Fédérative de Recherche créée en 2011 dans le cadre de l'Université de Lyon, qui regroupe une cinquantaine d'équipes de recherche en biologie systémique, une science en pleine expansion, à l'interface entre différentes disciplines (biologie, médecine, chimie, mathématiques, physique, informatique, sciences humaines et sociales). BioSyL organise régulièrement des séminaires en sciences du vivant, des conférences (nationales ou internationales) et des ateliers de formation. BioSyL vise également à permettre aux industriels de trouver une palette de compétences scientifiques de haut niveau (doctorants, post-doctorants, chercheurs), pour résoudre des problèmes spécifiques pouvant bénéficier d'une approche en biologie des systèmes.

Depuis les premières discussions sur la constitution d'une fédération en biologie systémique sur Lyon, l'IXXI a participé aux discussions et a mis ses moyens d'animation au service de BioSyL. L'émergence de BioSyL aux côtés de l'IXXI avait été perçue très positivement par la direction de l'IXXI pour qui elle représentait l'accession à une certaine maturité des projets interdisciplinaires défendus par l'Institut. Depuis, les liens se sont progressivement renforcés, avec notamment l'organisation commune d'appels à projets. Le temps est venu de donner une nouvelle impulsion aux relations BioSyL-IXXI au travers d'une intégration plus poussée des axes de travail conjoints de BioSyL et de l'IXXI, articulés autour de l'Intelligence Artificielle. La proximité de SciDoLySE et de l'IXXI sera ici un atout essentiel dans la réussite de cette démarche.

SciDoLySE (Science des Données à Lyon et Saint-Etienne) est un réseau de scientifiques "académiques et industriels" exerçant une activité sur le site de Lyon Saint-Etienne, en lien avec les nombreuses formes de la recherche en Science des Données. En forte résonance avec l'Intelligence Artificielle, SciDoLySE ne prétend pas en couvrir tous les aspects, mais a pour ambition de faciliter les interactions entre chercheurs s'intéressant soit aux fondements théoriques de la discipline, soit à son développement algorithmique et informatique, soit encore à ses applications aux nombreux domaines ouverts par la conversion numérique de nos sociétés. Libre de toutes contraintes institutionnelles, SciDoLySE se donne un double objectif :

- être un carrefour d'échanges et de divulgation scientifique où se croisent déjà plus d'une centaine de membres issus des principaux établissements de recherche et d'enseignement supérieur de la région : CNRS, Ecole Centrale de Lyon, EM Lyon, ENS de Lyon, Inria, CNRS, INSA Lyon, Mines de Saint-Etienne, Université Lyon 1, Université Lyon 2, Université Jean Monnet, mais aussi des chercheurs ou praticiens hospitaliers des CHU de Lyon et de Saint-Etienne, ainsi que quelques chercheurs industriels locaux ;
- constituer une plateforme accessible et visible pour les acteurs économiques ou institutionnels souhaitant entrer en contact avec le riche

écosystème lyonnais et stéphanois de la recherche en science des données. A ce titre, SciDoLySE contribue à coordonner par exemple les réponses aux appels à projets sur la thématique, et encourage les solutions trans-disciplinaires et trans-structures aux besoins exprimés en recherche et en formation. Pour porter son action, SciDoLySE s'appuie sur un site dédié (<http://SciDoLySE.ens-lyon.fr/>), sur son forum de discussion (<https://framateam.org/SciDoLySE/>) ainsi que sur une liste de diffusion (SciDoLySE@ens-lyon.fr). Plus concrètement aussi, SciDoLySE s'efforce d'organiser des rencontres trimestrielles hébergées chaque fois par un des établissements partenaires. Pour la logistique de ses journées, SciDoLySE a bénéficié des soutiens financiers de la Fédération d'Informatique de Lyon.

Parmi les nombreux verrous technologiques et inquiétudes que soulève l'incursion de l'Intelligence Artificielle dans tous les pans de la société (qu'elle soit civile, industrielle, scientifique, économique ou politique), les membres de SciDoLySE sont particulièrement sensibles aux questions des ressources mobilisées par ce nouveau paradigme. S'agissant des ressources matérielles, de nombreux travaux ont pour objectif d'améliorer les performances des algorithmes pour des modèles plus fiables, mieux interprétables et dont l'expressivité serait plus robuste. Mais ces avancées sont soumises à la contrainte toujours plus pressante d'un usage raisonné des ressources naturelles, impératif qui doit se traduire par une réduction drastique du recours aux capacités de calculs et de stockage. Par exemple l'apprentissage par transfert ou par renforcement sont des approches efficaces pour économiser sur les phases particulièrement voraces de l'apprentissage des modèles. Or, l'apprentissage est précisément la source de l'autre point critique de l'IA. Pour limiter l'exposition de la vie privée de chacun, il est essentiel de renforcer l'anonymat et la confidentialité des données personnelles collectées, par des mécanismes de cryptage ou de randomisation qui rendent impossible toute pratique malveillante de recoupements ou plus généralement de reverse engineering. Enfin, que ce soit à travers l'usage massif de données personnelles, ou de la manipulation des individus, plus ou moins conscients et consentants, l'IA soulève des questions d'éthique, de morale et de libertés fondamentales auxquelles SciDoLySE se veut aussi très attentif. Ces problématiques sont particulièrement aiguës pour l'utilisation de l'apprentissage automatique aux sciences de la vie, qui constitue un domaine de recherche à la fois fondamental et appliqué très actif et dans lequel un nombre significatif de chercheurs participants à SciDoLySE est partie prenante.

C'est donc très naturellement que SciDoLySE se reconnaît dans l'interdisciplinarité que l'IXXI veut promouvoir. En particulier, les interactions entre sciences du numériques, sciences de la matière, sciences de la vie et sciences humaines, interactions qui par ailleurs sont déjà très marquées dans certains projets résidents de l'IXXI (citons par exemple BioSyL, le réseau de Biologie Systémique de l'Université de Lyon), sont de nature à nous faire

progresser ensemble vers des solutions plus vertueuses sur le plan environnemental et plus respectueuses des libertés individuelles mais aussi de l'intérêt collectif. Dans cet esprit, l'IXXI et SciDoLySE interagiront pour organiser des événements conjoints et/ou pour diffuser l'activité de l'un auprès des membres de l'autre. L'IXXI, BioSyL et SciDoLySE envisagent une journée commune dédiée aux enjeux de l'Intelligence Artificielle en Biologie Systémique.

A.3.2 Gouvernance

L'IXXI réorganise également sa gouvernance de la recherche afin de continuer à promouvoir interdisciplinarité, transdisciplinarité et transversalité, et prises de risque dans les démarches scientifiques.

Comité de direction. L'IXXI organisera un renouvellement et une réorganisation de son "comité de direction". Celui-ci sera élargi en proposant à chacun de ses membres d'être plus particulièrement en charge de l'un des objectifs ou des aspects de son projet. Ainsi, un (parfois deux) de ses membres sera en charge de chacun des axes stratégiques (Information et Intelligence Artificielle, Transition numérique), des chacun des grands séminaires, d'applications-phares (analyse de textes, médecine et neurosciences...), de directions fortes (arts et sciences, sciences et formation...), de l'appel à projets, de l'hôtel à projets. D'autres membres s'attribueront la charge des relations avec les instituts et structures transverses rhônalpines thématiquement proche. Il serait sans doute profitable par exemple qu'un membre de SciDoLySE et de BioSyL émerge au Comité de Direction de l'IXXI. La gestion et l'administration de l'IXXI est par ailleurs très efficacement appuyé par un personnel administratif (Mme Barthelemy, assistante-ingénieure) à 50%. Son rôle est et restera essentiel dans le bon fonctionnement de l'IXXI, notamment avec les rapprochements envisagés avec BioSyL et SciDoLySE .

La direction de l'IXXI sera assurée par Patrice Abry, assisté de Jean-Philippe Magué.

Patrice Abry est directeur de recherche, CNRS, en poste au Laboratoire de Physique à l'ENS de Lyon. Il a obtenu, pour son travail de thèse à l'intersection entre mécanique des fluides et traitement du signal, le prix AFCET-MESR-CNRS pour la meilleure thèse en Traitement du Signal pour les années 93-94. Il est auteur d'un livre en français intitulé "Ondelettes et Turbulences - Multirésolution, algorithmes de décompositions, invariance d'échelle et signaux de pression", publié en 1997 par les éditions Diderot, éditeur des Sciences et des Arts, Paris, France. Il a également dirigé l'écriture de "Lois d'échelle, Fractales et Ondelettes", en deux volumes, publiés par les éditions Hermès-Lavoisier, en 2002. Ses travaux de recherches portent sur l'étude des phénomènes d'invariance d'échelle et notions associées, auto-

similarité, processus stables, infiniment divisibles, (multi-)fractals, en $1/f$, à mémoire longue, multiplicatifs et en cascades... analysés par des décompositions multiéchelles (en ondelettes). Ses travaux sont caractérisés par une forte interdisciplinarité et une intégration entre développements théoriques et méthodologiques amonts et mises en œuvre dans des contextes d'applications du mode réel. Il s'est notamment intéressé à la turbulence hydrodynamique, au télétrafic informatique et à la cybersécurité, aux rythmes cardiaques chez l'adulte et le fœtus, à l'analyse des dynamiques de l'activité cérébrale macroscopique et des textures des œuvres d'art, et plus récemment à l'estimation des dynamiques spatio-temporelles de l'évolution d'une pandémie. Ses travaux sont conduits avec un important réseau de collaborateurs du monde entier et de toutes les disciplines.

Jean-Philippe Magué est Maître de Conférences en Sciences du Langage et Humanités Numériques à l'ENS de Lyon, membre du laboratoire ICAR. Après une formation initiale en informatique, il a soutenu en 2005 une thèse en Sciences Cognitives à l'Université Lyon 2. Avant d'intégrer l'ENS de Lyon en 2009, il a effectué un postdoc au département de linguistique de l'Université de Chicago. Ses recherches sont à l'intersection entre sciences des données et sciences du langage. Il s'intéresse notamment à la variabilité linguistique sur les médias sociaux en tant que porteur du projet ANR SoSweet. Il a participé au montage de plusieurs formations liées au numérique : le master Architecture de l'Information, le master Humanités Numériques, le module de première année du Diplôme de l'ENS Comprendre les Mondes Numériques. Il est membre du comité de direction de l'IXXI depuis 2013, directeur adjoint depuis 2020, et directeur adjoint du département Education et Humanités Numériques depuis 2018.

Comité de Pilotage. Le Comité de Pilotage est en charge de la mise en place, de l'évaluation et du suivi de l'appel à projets. Lors de son dernier renouvellement, en 2016, la composition du Comité de Pilotage a été revue dans le sens d'un équilibre entre bailleurs de fonds, diversités des disciplines et différences de pratiques des disciplines. L'attention au respect de ces équilibres sera maintenue dans la mise en place du renouvellement du Comité de Pilotage.

Conseil Scientifique. L'IXXI s'interrogera collectivement sur l'intérêt de s'adjoindre les réflexions d'un Conseil Scientifique. Il pourrait notamment être le lieu et le moyen d'une implication d'acteurs industriels, politiques et sociaux.

B L’Institut Michel Serres

L’Institut Michel Serres, 2012-2022 : synthèses et cadrage dans un paysage général assez conformiste et mimétique. En 10 ans, le sujet de la crise environnementale est devenu central dans les agendas socio-économiques, politiques, diplomatiques et scientifiques. Pourtant, il se confronte à deux écueils : une simplification conduisant à des objectifs mal hiérarchisés (par ex. réduire la question environnementale au changement climatique) et une injonction de sobriété souvent démobilisatrice ou peu transformatrice (par ex. la décroissance). L’Institut Michel Serres, avec la participation directe de Michel Serres et en étroite collaboration avec le programme juridique LASCAUX / CELT, s’est investi dans une analyse critique des concepts et visions en circulation, des méthodes de travail, et de L’espace sémantique des multiples initiatives alternatives. Il porte une voix originale en ciblant des priorités peu ou pas présentes sur les agendas sus-mentionnés et en procédant à leur articulation. 10 ans après, se dessine un cadre de pensée-action, le système Institut Michel Serres. Il est basé sur le choix et L’analyse des concepts et méthodes les plus à même de structurer et articuler les défis actuels.

La démarche systémique ? Justice Ressources ? Santé Commune - Robustesse ? Voici trois concepts qui renferment des capacités méthodologiques essentielles et un potentiel transformateur unique. La démarche proposée est principalement inspirée par le Contrat Naturel de Michel Serres, les travaux d’Elinor Ostrom sur les systèmes de gouvernance des ressources et le Ressources Management Act 1991, loi suprême de la Nouvelle Zélande. Les ressources en tant que construction sociale évoluent avec les cultures, L’organisation et les techniques des sociétés. Les ressources physiques issues des cycles et fonctions du système Terre sont finies ou épuisables et représentent les nutriments des ‘écosystèmes’ sociaux. Les dynamiques de cet ensemble socio-écologique se traduisent par des états de santé des milieux, des sociétés, des personnes. Ils sont indissociables. Le concept de santé commune (angl., planetary health) est également une méthode d’évaluation systémique. C’est pourquoi, la démarche ‘ressources-santé commune’ vise la robustesse socio-écologique en tant que changement radical des rapports entre humains et entre humains et nature. Parmi les clefs d’entrée dans la démarche : les systèmes alimentaires et la pollution globale. Les références ci-après illustrent des travaux sur concepts, méthode et boîte à outils.

1. Concepts et méthode A Compass for Resource Justice and Planetary Health : Food Systems and Global Pollution (2022) Negrutiu I. Resources, Conservation & Recycling, Vol 181, 106229. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2022.106229>
- Vocabulaire croisé et articulation des différents concepts et priorités par les questions reliant santé et ressources. Aussi sur L’intérêt général (ajustement des besoins fondamentaux et des ressources) et les intérêts particuliers (mettre les marchés au service du premier). La troisième voie du

vivant (2022) Olivier Hamant. Ed. Odile Jacob ? Sur robustesse versus performance : comment aller plus loin que la résilience/ Framing planetary health : Arguing for a resource-centred science (2018) Acunzo D, Escher G, Ottersen OP, Whittington JD, Gillet P, Stenseth NC, Negrutiu I (2018) Lancet Planetary Health 2 : e101-e102. ? Intégration des notions ressources et santé commune dans une approche systémique des droits et devoirs humains à L'aide de principes simples et universels. Flowering Plants in the Anthropocene : A Political Agenda. (2020) Negrutiu I, Frohlich MW, Hamant O. Trends in Plant Science 25 : 349-368 ? Articulation des limites planétaires, zone critique, santé commune avec L'agriculture et la bioéconomie comme toile de fond. La matrice évolutive de L'agriculture ; premier travail de fond sur le triptyque sol-eau-biomasse - des ressources négligées, indissociables et déterminantes face aux options sociétales actuelles et futures.

2. La boîte à outils (les ingrédients nécessaires à la production de L'outil sont décrits ci-après) 2.1 La santé des milieux et des territoires (en partant de la thèse ?Implementing Ecosystem Natural Capital Accounting Methodology to the Rhône watershed : the proof-of-concept ?, PhD ENS de Lyon, Jazmin Argüello Velazquez (2019). Qui est qui dans le champs disciplinaire. The Landscape of Environmental Evaluation Methods : Measuring what Counts for Ruling what Matters. Jazmin Argüello, Jean-Michel Salles, Denis Couvet, Bruno Smets, Jean-Louis Weber, Ioan Negrutiu (in press, Presses Universitaires de Strasbourg) ? Première analyse critique des méthodes et outils en évaluation environnementale et propositions pour mise en oeuvre. Soulève les questions liées aux politiques publiques dans la maîtrise des externalités négatives et L'absence actuelle de système de données publiques concernant le patrimoine naturel / écologique. Aussi, de la monétisation des services à la valeur (intrinsèque) écologique. L'outil de travail. Ecosystem Natural Capital Accounting - the landscape approach at a territorial watershed scale (2022). Jazmin Argüello, Jean-Louis Weber, Ioan Negrutiu (Quantitative Plant Biology, (<https://www.doi.org/10.1017/qpb.2022.11>. <https://www.cambridge.org/core/journals/quantitative-plant-biology/article/ecosystem-natural-capital-accounting-the-landscape-approach-at-a-territorial-watershed-scale/375A1C828364C29A238265CEFAF1B2CD>) ? Première publication à comité de lecture dans ce domaine. Le territoire analysé est le bassin versant du Rhône. Démarche doublement à contre-courant : (1) la valeur écologique au lieu de la valeur monétaire et (2) L'utilisation de L'échelle paysage pour évaluer L'état des écosystème et de leur biodiversité.

Valorisation dans le territoire. Ingrédients et propositions pour définir les contours d'un observatoire en réseau du capital écologique du Bassin versant rhodanien : apports des démarches OSAGE et CECN. Parmentier H, Argüello J, Merchez L, Negrutiu I (2021) Journal of Interdisciplinary Methodologies and Issues in Science (JIMIS) vol6. DOI : <https://doi.org/10.46298/jimis.8765>. - Etude de mise en oeuvre d'un Observatoire scientifique en appui aux gestionnaires de territoire à L'aide de la Comptabilité Écosystémique du Capital

Naturel. Etude calibré pour la région Auvergne-Rhône-Alpes.

2.2 La santé sociale / sociétale? avec trois points d'entrée - les systèmes alimentaires, la démocratie alimentaire, L'exception agricole, L'ajustement des ressources et des besoins (programme ERC dirigé par François Collart Dutilleul, 2008-2013, prolongé dans le programme CELT visant à dépasser la gestion des ressources naturelles classiquement soumise à la ■ loi ■ de L'offre et de la demande, pour aller vers la mise en ?uvre d'une ■ loi d'ajustement ■ des ressources naturelles et des besoins fondamentaux par ld'élaboration des principes-cadres sur L'agriculture et L'alimentation pouvant servir de guide à L'action publique en facilitant la transition d'un modèle économique international, et donc à prétention universelle, vers des systèmes alimentaires pluriels et adaptés à chaque territoire, mais en connexion les uns avec les autres.; - le référentiel 2014 du BIT sur le socle de protection sociale universelle; - la problématique pollution globale (dérèglement physico-chimique). ILO, International Labour Office (2014) World social protection report 2014/15 : Building economic recovery, inclusive development and social justice. Geneva : ILO. Available from : <http://www.social-protection.org/gimi/gess/ShowTheme.action?id=3985>. Dictionnaire juridique des transitions écologiques. Dir F. Collart Dutilleul et T Bréger. Collection de la Fondation Varenne (2018) - Inventaire exhaustif de ces notions, vocabulaire et grammaire de référence. La Charte de La Havane - Pour une autre mondialisation (2017) F. Collart Dutilleul, éd. Dalloz, coll. Tiré à part. - Analyse historique critique du processus politique ayant conduit à penser les institutions internationales de L'après guerre par L'exemple de la sécurité alimentaire. Nourrir - Quand la démocratie alimentaire passe à table (2021), F. Collart Dutilleul. Les Liens qui Libèrent? Les bases de la démocratie alimentaire, renversement de la démarche standard (de la fourche à la fourchette) en ?de la fourchette à la fourche?; la sécurité alimentaire; L'exception agricole. Agriculture and global physico-chemical deregulation / disruption : planetary boundaries that challenge planetary health. Arguello Velazquez J, Negrutiu I (2019) Lancet Planetary Health 3, e10-e11. Les deux défis majeurs du moments : les systèmes alimentaires et la pollution globale. Pour le premier, la science a des solutions. Mais pas pour le deuxième. Les deux défis sont structurants et représente un préalable pour traiter les problèmes de rechauffement climatique et de dégradation de la biodiversité. Alimentation ? agriculture ?territoires : les difficultés d'un dialogue entre le droit et les sciences de la nature. In : Comment penser un droit pour L'alimentation. Negrutiu I, Gérard Escher G et François Collart Dutilleul F (2019) Dossier spécial. Droit et Société 101 : 87-99. <https://journals.openedition.org/lectures/34140>? Un exercice concret sur comment allier le droit et les sciences de la nature à travers les questions alimentaires et de santé.

2.3. Santé des personnes, santé publique Contexte et indicateurs basés sur : core health indicators / global health indicators. Material standard of

leaving. Ottersen OP, Dasgupta J, Blouin C, Buss P, Chongsuvivatwong V, Frenk J et al. (2014) *The Lancet*, University of Oslo Commission on Global Governance for Health, The political origins of health inequity : prospects for change. *The Lancet* 383, 630-667.

3. Science et société L'Anthropocène à L'école de L'indiscipline (2018) Eds Hamant O, Le Gall J, Negrutiu I. Edition du temps circulaire. <https://www.lulu.com/en/en/shop/hamant/anthropocene-digest/paperback/product-1kk9rm5k.html> - Critique pluridisciplinaire et limites du concept anthropocène - un travail collectif entre chercheurs et étudiants.

4. Priorités opérationnelles 1. La boîte à outils santé commune et Lyon, centre expérimental pluri-acteurs (recherche de financement pour développer L'outil) ; retravailler le projet AAP 2022 qui n'a pas été retenu. 2. Cadre légal d'ajustement ressources-besoins fondamentaux (en cours, programme E2S, UPPA à Pau, coordination CELT, suite du programme ERC).

3. Transposition à et expérimentation sur des terriores-écoles - Bassin versant du Rhône, cellule régionale / observatoire patrimoine naturel. (à faire). - Biovallée 2020, Programme d'Investissement d'Avenir, Action ■ Démonstrateurs et Territoires d'Innovation de Grande Ambition ■. Projet ■ Biovallée : Un écosystème rural précurseur et reproductible : La transition, source d'un développement économique durable et coopératif pour le bien-être et le bien devenir en territoire rural ■ L'IMS contribue au programme à partir de 2022. - le bassin rennais - autres.