



Revue Belge  
ISSN: 2593-9920  
Volume 12 : Numéro 133



## De la prédisciplinarité à l'interdisciplinarité : genèse d'une épistémologie de la complexité

## Predisciplinarity to Interdisciplinarity: The Emergence of a Complexity Epistemology

**Jean-Paul M. Massina**

Doctorant en sciences humaines et interdisciplinarité (Ontario, Canada),

Université Laurentienne

**Date de soumission :** 04/10/2025

**Date d'acceptation :** 28/12/2025

**Digital Object Identifier (DOI) :** [www.doi.org/10.5281/zenodo.18167051](http://www.doi.org/10.5281/zenodo.18167051)

## Résumé :

Cet article examine comment le savoir humain a évolué historiquement et épistémologiquement, de la prédisciplinarité antique à l'interdisciplinarité contemporaine. En mobilisant des sources majeures issues de l'histoire des sciences et de la philosophie (Pirenne-Delforge, Koyré, Piaget, Kuhn, Morin, Nicolescu), il met en lumière la tension dialectique entre spécialisation et globalité du savoir. L'analyse démontre que la différenciation disciplinaire, entamée à la Renaissance et renforcée au XIXe siècle, a entraîné une fragmentation du réel que les approches interdisciplinaires essaient de surmonter aujourd'hui. Selon l'article, l'interdisciplinarité n'est pas une rupture, mais le résultat d'un long processus historique de recomposition du savoir visant à répondre à la complexité du monde contemporain. Elle est une réponse aux limites de l'hyper spécialisation, sans pour autant abolir les disciplines, mais en fluidifiant leurs frontières. Enfin, l'auteur établit que la pensée complexe (Morin) et la transdisciplinarité (Nicolescu) prolongent le projet d'unité cognitive dans un cadre épistémologique renouvelé.

**Mots-clés :** Interdisciplinarité, complexité, épistémologie, histoire des sciences, savoir.

## Abstract:

This article examines the historical and epistemological evolution of human knowledge, tracing its trajectory from ancient predisciplinarity to contemporary interdisciplinarity. By drawing upon major sources in the history of science and philosophy (Pirenne-Delforge, Koyré, Piaget, Kuhn, Morin, Nicolescu), the analysis highlights the dialectical tension between specialization and the global nature of knowledge.

The analysis demonstrates that disciplinary differentiation, initiated during the Renaissance and reinforced in the 19th century, led to a fragmentation of reality that contemporary interdisciplinary approaches seek to transcend. Interdisciplinarity, the article argues, is not a sudden rupture but the outcome of a prolonged historical process of knowledge recomposition, designed to address the complexity of the contemporary world. It serves as a necessary response to the limitations of hyperspecialization, not by abolishing existing disciplines, but by rendering their boundaries more fluid.

Ultimately, the author establishes that complex thought (Morin) and transdisciplinarity (Nicolescu) extend the enduring project of cognitive unity within a renewed epistemological framework.

**Keywords:** Interdisciplinarity, complexity, epistemology, history of science, knowledge.

## Introduction

Au fil de l'histoire de la race humaine, le paysage de la connaissance a subi plusieurs étapes avant de commencer à être façonné par notre façon d'organiser le savoir. À cet égard, l'histoire intellectuelle évolue progressivement de la prédisciplinarité vers la complexité structurée de l'interdisciplinarité. Au départ, le savoir a été présenté de manière holistique et indifférenciée, souvent dominé par la philosophie ou le grand récit unifié. À cette époque, que l'on pourrait qualifier de prédisciplinaire, les frontières rigides qui allaient émerger n'étaient pas encore reconnues.

Le besoin croissant d'approfondissement et de rigueur méthodologique, en particulier à partir du XIXe siècle, a abouti à la spécialisation et à la cristallisation des connaissances en disciplines autonomes telles que la physique, la sociologie, l'histoire, etc. Bien que cette sectorisation ait été à l'origine d'avancées spectaculaires, elle a paradoxalement engendré un défi majeur : le cloisonnement disciplinaire. Pourtant, les enjeux actuels, comme la crise environnementale, la santé globale, la pauvreté ou les défis éthiques de l'intelligence artificielle, sont complexes et résistent à toute analyse en vase clos.

Cet article examine comment les conditions institutionnelles, cognitives et instrumentales qui permettent l'interdisciplinarité diffèrent considérablement des configurations propres aux périodes prédisciplinaires. Alors que l'Antiquité et la Renaissance étaient caractérisées par un savoir global encore dépourvu de frontières disciplinaires claires, la Révolution scientifique a ouvert la voie à une multitude de domaines en voie d'autonomisation sans qu'il y ait encore une véritable intégration conceptuelle. La disciplinarisation stricte a pris son essor au XIXe siècle, avec la consolidation des départements universitaires, des laboratoires spécialisés et des méthodes rigoureusement séparées. Les conditions pour une interdisciplinarité moderne ne se sont développées qu'au XXe et XXIe siècles, à cause du contexte de crise du cloisonnement et de complexification des objets d'étude. Cette interdisciplinarité repose sur la traduction entre cadres épistémiques, l'intégration méthodologique et la mise en place d'espaces institutionnels transversaux. Cet article retrace ces cinq tournants historiques et explique comment la structuration progressive des disciplines scientifiques, de l'Antiquité à nos jours, a abouti à l'émergence de l'interdisciplinarité en tant que paradigme épistémologique moderne. Nous nous posons la question

de savoir de quelle manière cette longue histoire de la structuration des savoirs, qui oscille entre l'idéal d'unité et la fragmentation disciplinaire, peut-elle aider à comprendre l'importance croissante de l'interdisciplinarité et l'appréhension des phénomènes complexes ?

En premier lieu, nous décrivons comment les civilisations antiques, le Moyen Âge et la Renaissance ont créé des formes de connaissance encore largement unifiées, mais qui annoncent une structuration progressive des savoirs. Dans un deuxième temps, nous analysons la Révolution scientifique, le développement des disciplines modernes au XIXe siècle et la spécialisation croissante qui a provoqué la séparation des champs scientifiques. Par la suite, nous analysons la crise des disciplines au XXe siècle, l'apparition de l'interdisciplinarité en tant qu'exigence épistémologique et une réponse aux enjeux contemporains. Enfin, nous présentons une discussion mettant en lumière les tensions, les défis et les perspectives d'une recomposition du savoir à l'ère de la complexité.

### Hypothèse

L'interdisciplinarité est la résultante d'une tension dialectique entre la spécialisation scientifique et la nécessité de la totalité, et elle est ancrée dans un projet de pensée complexe, comme l'ont souligné Morin (1990) et Nicolescu (2002). Nous soutenons qu'elle est moins une nouveauté qu'une actualisation d'un idéal ancien, celui de l'unité du savoir. Plus la complexité des objets s'accroît, plus la nécessité de la totalité devient impérative. L'interdisciplinarité découle de la dialectique entre la fragmentation et l'aspiration à l'unité.

Il convient également de souligner que pour que l'interdisciplinarité se réalise, il est nécessaire de réunir certaines conditions institutionnelles, cognitives et instrumentales. L'émergence de l'interdisciplinarité ne dépend pas uniquement de la tension entre spécialisation scientifique et nécessité de totalité, mais également de conditions institutionnelles déterminantes. Parmi celles-ci, il y a les structures de financement et l'organisation des carrières académiques qui jouent un rôle tout aussi important.

### Quelques questions qui ont guidé cette analyse

- Pourquoi les configurations prédisciplinaires ne permettaient-elles pas l'interdisciplinarité, malgré l'apparente unité des savoirs?

- Quelles sont les influences des différentes étapes de l'histoire du savoir, de l'Antiquité au XXIe siècle, sur les conditions institutionnelles, cognitives et instrumentales requises pour l'émergence de l'interdisciplinarité moderne?
- À chaque moment historique, comment les conditions cognitives, institutionnelles et instrumentales de production du savoir se manifestent-elles?
- Comment la complexité des phénomènes modernes a-t-elle engendré l'émergence de l'interdisciplinarité pour y répondre?

## 1. Méthodologie

Nous adoptons une approche épistémologique et herméneutique qui repose sur l'analyse diachronique des paradigmes scientifiques. Elle mobilise la lecture critique des auteurs marquants de l'histoire des sciences et de l'interdisciplinarité, tels que Pirenne-Delforge (2018), Koyré (1962), Piaget (1972), Morin (1990) et Nicolescu (2011). Ce corpus couvre des moments clés où se reconfigurent les rapports entre savoirs, institutions et pratiques scientifiques.

Au niveau analytique, nous appliquons une approche herméneutique basée sur la comparaison diachronique, qui combine l'évolution des modèles intellectuels avec celle des structures sociales et institutionnelles de la science. Cette approche permet d'examiner simultanément l'histoire conceptuelle des sciences (ruptures, continuités, émergence de nouvelles catégories) et l'histoire institutionnelle des savoirs (universités, financements, carrières).

Cependant, nous sommes conscients que cette approche a des limites méthodologiques. D'abord, le corpus demeure sélectif : la couverture de tous ces siècles de l'évolution du savoir implique un choix restreint d'auteurs considérés comme « canoniques », au risque de marginaliser certaines traditions intellectuelles. Ensuite, les concepts de « discipline » ou « science » évoluent constamment, ce qui peut engendrer des anachronismes interprétatifs.

## 2. Cadre conceptuel

Avant de retracer brièvement l'histoire du savoir, depuis l'Antiquité jusqu'à la modernité, nous allons d'abord élucider la notion de la pensée complexe et les trois formes apparentées de croisement des savoirs souvent confondues dans le débat scientifique qui sont la multidisciplinarité, l'interdisciplinarité et la transdisciplinarité. Pour une meilleure

compréhension, nous les présentons dans leurs différentes configurations épistémologiques et leurs niveaux distincts d'intégration conceptuelle et méthodologique.

## 2.1 La pensée complexe

La pensée complexe est un concept épistémologique qui est au centre de l'œuvre d'Edgar Morin (1990). Il propose une nouvelle manière de penser pour appréhender la réalité dans sa multiplicité, son incertitude et ses interactions. Morin et Le Moigne (1999) considèrent que « nous ne sommes pas constitués des cellules », mais plutôt, « nous sommes constitués d'interactions entre cellules » (p.52). Cette assertion met en évidence la complexité d'éléments qui forment la réalité. Selon Edgar Morin (2015), la pensée complexe consiste à dépasser la vision simpliste, linéaire et fragmentée du monde pour aborder la réalité comme un tout organisé et dynamique. Elle implique d'intégrer les interactions, les rétroactions, l'ambiguïté et la multidimensionnalité des phénomènes, en reconnaissant que le tout est plus que la somme de ses parties, tout en étant en même temps moins que cette somme, à cause des inhibitions et virtualisations des parties. Il l'exprime lui-même en ces termes : « La vision simplifiée serait de dire :: la partie est dans le tout. La vision complexe dit : non seulement la partie est dans le tout; le tout est à l'intérieur de la partie qui est à l'intérieur du tout! Cette complexité est autre chose que la confusion du tout est dans tout et réciproquement » (Morin, 2015, p117). Cette pensée complexe nous conduit à l'idée de dialogue, de croisement des perspectives des différentes disciplines, dans le but de saisir le phénomène dans sa totalité. Morin (1999) suggère une interdisciplinarité, qui va au-delà des frontières de disciplines pour réfléchir à la globalité, tout en reconnaissant la valeur de la singularité.

## 2.2 Multidisciplinarité

La multidisciplinarité, parfois appelée pluridisciplinarité, est une configuration dans laquelle plusieurs disciplines travaillent sur un même objet, mais sans intégrer leurs cadres conceptuels ou méthodologiques. Elles partagent des informations, mais ne remettent pas en question leurs pratiques, ni ne modifient leur manière de travailler. Klein (2011) la considère comme une juxtaposition de disciplines favorisant l'élargissement du savoir sans remettre en question la structure existante. La multidisciplinarité consiste donc en une coexistence organisée sans transformation. Bachimont (2020, p.13) la décrit de la manière suivante :

« Par défaut, on retrouvera la figure de la pluridisciplinarité où les différentes disciplines juxtaposent leur objet et leur propre régime d'expérimentation, sans chercher à établir la cohérence entre elles ni à sédimenter et intégrer les différents savoirs ainsi constitués. La pluridisciplinarité où les disciplines se rencontrent en partageant les choses d'un monde commun, d'expériences communes qui se distribuent en expérimentations disciplinaires diverses. » Ce partage d'information est d'une grande importance pour trouver des solutions innovantes, car il permet d'aborder le problème sous différents angles. Klein (2021, p. 90) nous le confirme :

*« Salazar and Lant's study also showed teams with leaders possessing multidisciplinary breadth created more innovative outcomes than other leaders. »*

Lattuca (2003) la caractérise comme une coexistence ou une addition de disciplines où chaque discipline conserve ses méthodes et concepts propres.

### 2.3 Interdisciplinarité

L'interdisciplinarité suppose la mise en dialogue de disciplines diverses et une transformation réciproque de leurs cadres conceptuels et méthodologiques. Elle crée une complémentarité entre les compétences disciplinaires au service d'un objectif commun d'analyse ou de conception (Louvel, 2015, p. 83) et une transformation réciproque des pratiques. Ceci rejoint aussi les idées des membres de la Société Royale du Canada qui l'explique de la manière suivante :

*« Interdisciplinarity necessarily invokes thoughts of collaboration and teamwork, a coming together of people from different disciplines to bring their expertise to bear on a common problem or set of problems. It summons the adage that the 'whole is greater than the sum of its parts. »*  
(Cook et al., 2020, P.143)

Klein (2011) propose deux types d'interdisciplinarité. La méthodologique qui vise à améliorer la qualité des résultats en empruntant des méthodes ou concepts à d'autres disciplines, et la théorique qui crée une vue d'ensemble et une forme épistémologique plus cohérente qui mélange des cadres conceptuels, intègre des prédictats et de nouvelles synthèses. De leur part, Repko & Szostak (2021) et Lattuca (2003) insistent sur trois dimensions de croisement des savoirs qui incluent l'interaction des paradigmes et théories, la traduction conceptuelle, l'intégration méthodologique et cognitive. Selon Piaget (1972), l'interdisciplinarité est une interaction réelle entre disciplines, avec transfert

de méthodes ou concepts. L'interdisciplinarité constitue donc un espace de négociation épistémologique permettant de traiter des phénomènes complexes que les disciplines isolées ne peuvent saisir pleinement.

## 2.4 Transdisciplinarité

La transdisciplinarité mobilise des méthodes, des valeurs et des savoirs qui viennent de plusieurs disciplines. On ne cherche pas seulement à croiser les savoirs des champs différents, mais on transcende les limites disciplinaires pour engendrer une compréhension intégrée, unifiée et souvent pratique des phénomènes, en tenant compte de leur dimension sociale, environnementale et épistémologique. Il y a rupture avec les cadres disciplinaires traditionnels. Comme le souligne Klein, citée par Lotrecchiano et Hess (2019. P. 185):

*«An older Mode 1 form of knowledge production – characterized by hierarchical, homogeneous, and discipline-based work – is being supplanted by a newer Mode 2 – characterized by complexity, non-linearity, heterogeneity, and transdisciplinarity. »*

La transdisciplinarité consiste en une démarche collective ouverte visant à reconfigurer les finalités et les savoirs, au service du bien commun. C'est ce que Bachimont (2020, p.13) appelle une transdisciplinarité au sens où les disciplines sont dépassées (sans être annulées ni effacées) au profit d'une nouvelle discipline articulée autour d'un concept fondateur. La transdisciplinarité, formulée notamment par Niculescu (2011), dépasse le cadre de l'intégration disciplinaire pour proposer un niveau supérieur d'organisation cognitive. Elle découle de la présence de niveaux de réalité, de la logique du tiers inclus et d'une unité ouverte de la connaissance (Idem).

## 3. Analyse historique de l'évolution du savoir

### 3.1 Antiquité

#### 3.1.1 Première forme de rationalité

De l'Égypte en passant par la Mésopotamie et la Grèce antique, la recherche scientifique en Antiquité a donné lieu aux premières formes de savoir empirique et appliqué, principalement en astronomie, en médecine et en mathématiques. La transmission de ce savoir se faisait par une démarche rationnelle, basée sur l'observation, la démonstration et la systématisation des connaissances (Gingras, 2024). À l'époque hellénique, on recourt parfois à l'observation et à des

formes élémentaires d'expérimentation (la dissection), mais la méthode expérimentale rigoureuse reste limitée (Debru, 2002).

Les philosophes grecs, tels que Socrate, Aristote et Platon, ont mis en place la fondation de la logique, du raisonnement et de la classification des connaissances, qui constituent les bases de la méthode scientifique moderne. Il est à noter qu'à cette époque, la science et la religion étaient étroitement liées, avec une perspective cosmologique et métaphysique du monde. Pirenne-Delforge la décrit parfaitement : « La relation avec les multiples puissances du monde suprahumain, qui faisaient communauté avec eux, était fondée sur une expérimentation continue. Et cette expérimentation mobilisait des représentations puisées à toutes les sources des savoirs sur les dieux, celles de l'expérience rituelle comme celles des traditions narratives et iconographiques, des plus sublimes aux plus modestes » (Pirenne-Delforge, 2020, p. 236).

### 3.1.2 Types de connaissances et institutions

Toujours à la même époque, la science n'était ni monodisciplinaire au sens moderne, ni pleinement interdisciplinaire, car il n'y avait pas de séparations du savoir en disciplines telles que la biologie, la chimie ou les mathématiques. L'accent était mis sur une approche unifiée ou holistique du savoir. C'est un régime ontologique et spéculatif, car le savoir antique ne sépare pas la connaissance de l'existence car la connaître, c'est contempler l'organisation du monde, y intégrer. Dans l'Antiquité, les universités ou académies n'existaient pas, mais il y avait des espaces de savoir, d'enseignement et de recherche collective, principalement dans le monde grec et plus tard romain.

Pendant l'Antiquité, les savoirs ont circulé de manière fluide, dans un croisement naturel des savoirs. Cette vision est proche de la pluridisciplinarité, mais sans la formalisation ni la méthodologie coopérative de l'interdisciplinarité contemporaine.

## 3.2 Le Moyen Âge

### 3.2.1 Tradition scolaistique

La recherche scientifique au Moyen Âge est caractérisée par la continuité, la transmission et l'innovation, en se basant sur l'héritage antique. En Europe et dans le bassin méditerranéen, l'étude de la nature et des phénomènes physiques est souvent liée à des préoccupations pratiques telles que la médecine, l'astronomie et le calcul du temps. Elle se caractérise généralement par la tentative

de réconciliation entre foi et raison avec des philosophes scholastiques. Ariew qui cite Duhem (2007), par exemple, parle de la valorisation de la rigueur logique et argumentative de la scolastique. Reviron (1930) la voit différemment, il considère la science médiévale comme une rationalité bridée et constamment mesurée à l'aune de la Révélation. Il souligne en outre que les intellectuels médiévaux, tels que Thomas d'Aquin ou Albert le Grand, ont cherché à concilier foi et raison en incorporant les connaissances grecques à la vision chrétienne du monde (Idem).

### **3.2.2 Types de connaissances et institutions**

À cette époque, la transmission du savoir scientifique se fait principalement dans les monastères, puis dans les écoles cathédrales. À partir du XIIe siècle, cette transmission du savoir s'est étendue aux universités (Paris, Bologne, Oxford), qui se sont imposées comme des lieux majeurs de diffusion et de production des connaissances scientifiques (Boullay, 2007). L'astrolabe, le papier, les horloges mécaniques et la notation musicale moderne sont parmi les innovations spectaculaires de cette époque (Idem). Le Moyen Âge est indissociable de la civilisation arabo-musulmane, qui connaît un véritable âge d'or scientifique en mathématiques, astronomie, médecine, géographie et optique. « Le règne du Calife Al-Ma'moun (813-833 D.C.) peut être considéré comme « l'âge d'or » de la science et de l'enseignement (Idem). On ne peut pas parler de la science au Moyen Âge sans aborder la contribution du monde arabe, souligne Geneviève Dumas citée par Noreau (2023).

On ne peut pas parler de l'interdisciplinarité institutionnalisée comme nous connaissons aujourd'hui car les disciplines ne sont pas encore bien définies. Le Moyen Âge est marqué par une porosité importante entre différents savoirs, mêlant théologie, philosophie, sciences naturelles, arts libéraux et médecine dans un cadre souvent unifié par la recherche de la vérité d'origine divine.

### **3.3 La Renaissance et la Révolution scientifique**

#### **A. Vers l'autonomisation progressive des savoirs**

##### **A.1 Redécouverte des textes et tournant humaniste**

À la Renaissance, on assiste à une transformation profonde de la recherche scientifique en Europe. Ce bouleversement s'est manifesté par une renaissance intellectuelle, une remise en question des croyances établies, et l'avènement de nouvelles méthodes basées sur l'observation,

l'expérimentation et la diffusion élargie du savoir (Gingras, 2024). C'est le début d'une ère de l'autonomisation de la science par rapport à la religion et à la tradition. La curiosité intellectuelle, l'innovation et la remise en question deviennent des moteurs essentiels du progrès scientifique. De nombreux auteurs pensent que les découvertes de cette période ont non seulement transformé la vision du monde, mais elles ont aussi jeté les bases de la science moderne, dont l'influence se fait encore sentir aujourd'hui. Les grandes orientations du renouveau scientifique se font sous plusieurs paliers. Le premier palier est caractérisé par la traduction des textes anciens grecs et romains, qu'on traduit en les confrontant à de nouvelles méthodes d'observation (Idem). Cette démarche critique stimule la réflexion et le débat intellectuel. Le deuxième palier est constitué du nouvel élan humaniste qui encourage l'étude directe de la nature et du corps humain, favorisant ainsi l'observation empirique et l'expérimentation (Idem).

### A.2 Révolutions scientifiques et méthodes nouvelles

La recherche scientifique a profondément évolué grâce à des ruptures conceptuelles, institutionnelles et technologiques majeures. Copernic marque un premier tournant en renversant 1400 ans de tradition géocentrique. Il propose un modèle héliocentrique où « au milieu de tout repose le Soleil », placé « en un autre lieu, ou meilleur, que celui d'où il peut éclairer tout à la fois » (Gingras, 2024, p. 62). Cette révolution épistémologique a préparé la modernité scientifique. Galilée a consolidé cette rupture en inventant la lunette astronomique, qui permet pour la première fois d'observer les reliefs lunaires, les satellites de Jupiter ou les taches solaires. Comme le note Gingras (2024), « la mise au point par Galilée en 1609 de la lunette astronomique [...] transforme radicalement la connaissance du ciel » (p. 71).

Selon Tétu (2018), citant Febvre et Martin, l'invention de l'imprimerie est comparable à « l'invention de l'écriture », tant elle révolutionne l'accès aux connaissances. Toutefois, Graff (2015) rappelle que cette diffusion demeure inégale, freinée par des facteurs sociaux, économiques et culturels.

### A.3 Premiers signes de différenciation disciplinaire

La Renaissance promeut un idéal de connaissance globale, où les connaissances circulent librement sans frontières rigides entre disciplines, tout en restant loin de l'interdisciplinarité

moderne. C'est une période de transition entre un savoir médiéval encore intégré et l'émergence progressive de distinctions disciplinaires. Cette dynamique est mise en évidence par l'avènement d'artistes érudits tels que Léonard de Vinci, qui relie l'art, l'optique, l'anatomie et la géométrie. D'après Nicolescu (2011, p. 89), « À la Renaissance, le lien entre science et culture n'était pas encore rompu. La première Université [...] était censée étudier l'universel. » De sa part, Lenoir (1995) rappelle que l'exigence interdisciplinaire est présente dès « les origines du savoir en Occident », même si l'interdisciplinarité moderne, qui « s'oppose à la parcellisation et au découpage artificiel d'une réalité [...] globale et multidimensionnelle », n'existe pas encore (P. 253).

## B. La rationalisation du réel

### B.1 Ruptures cosmologiques et naissance de la science moderne

La Révolution scientifique a été un moment clé où la science moderne a émergé, avec de nouvelles façons d'aborder la science. Cette époque est caractérisée par de profonds bouleversements dans la manière de concevoir la nature et la connaissance scientifique (Gingras, 2024). Elle marque le passage d'une vision médiévale à une science moderne rigoureuse, fondée sur l'observation, l'expérimentation et la mathématisation (Idem). La Révolution scientifique repose principalement sur des remises en question des modèles anciens, en particulier le géocentrisme, qui est définitivement supplanté par l'héliocentrisme de Copernic (Cartwright, 2023).

De nouvelles inventions transforment profondément les sciences au XVII<sup>e</sup> siècle. Le siècle des Lumières marque une rupture avec l'absolutisme et l'obscurantisme en affirmant le primat de la raison. Linné introduit la nomenclature binomiale (*Homo sapiens*) pour éviter la confusion des noms vernaculaires (Chermette-Mouratille, 1973). Buffon remet en cause l'âge de la Terre (Chen, 2022), développe une théorie de la « dégénérescence » (David & Carton, 2007) et affirme que « L'homme, blanc en Europe, noir en Afrique, jaune en Asie, et rouge en Amérique, n'est que le même homme teint de la couleur du climat » (Buffon, cité par Cook, 2012, p. 1). Montesquieu propose la séparation des pouvoirs pour garantir la liberté (Starobinski, 2024). Galilée perfectionne le télescope, permettant une observation inédite de la Lune qui remettent en cause la perfection supposée des astres héritée d'Aristote et de Ptolémée (Idem). En médecine, André Vésale corrige

les erreurs de Galien grâce à la dissection humaine systématique, affirmant que « l'anatomie est la clé de la médecine » (Fredericq, 1943). De son côté, la chimie passe de l'alchimie intuitive à une science quantitative, expérimentale et théorique (Walton, 2024).

### B.2 L'institutionnalisation de la science

C'est aussi durant cette époque qu'on a aussi vu surgir des académies scientifiques telles que l'Accademia Segreta de Ruscelli à Naples, la société royale de Londres en Angleterre (Royal Society) ou l'Académie royale des sciences en France (Bret & Thébaud-Sorger, 2018). Elles offrent un cadre structuré où des savants issus de divers milieux pouvaient se réunir régulièrement pour observer, expérimenter, débattre et publier leurs découvertes (Idem). Cela stimule la diffusion des idées et la collaboration scientifique à l'échelle nationale et internationale. Ces institutions ont joué un rôle majeur dans la Révolution scientifique en introduisant la méthode expérimentale, en diffusant les découvertes et en établissant les fondements de la science moderne et internationale.

### B.3 Vers la division des connaissances en domaines disciplinaires

En ce qui concerne la division des champs disciplinaires, la Révolution scientifique a progressivement introduit une différenciation des savoirs, mais pas encore une division stricte, comme c'est le cas dans le temps moderne. Au XVIII<sup>e</sup> siècle, en raison de la multiplication des connaissances et de la complexification des savoirs, les savants ont commencé à se spécialiser dans certains domaines tels que les mathématiques, la physique, la chimie, la médecine, etc. Cela incite les académies et les sociétés savantes à organiser les domaines de recherche et à promouvoir une certaine forme de distinction entre différents domaines scientifiques (Bret & Thébaud-Sorger, 2018).

En 1699, lors de la réforme de l'Académie des sciences de Paris, on a pu constater une différence entre les mathématiciens, les astronomes, les mécaniciens, les anatomistes, les botanistes et les chimistes (Idem). Même avec cette tendance à la spécialisation, les scientifiques demeurent souvent polyvalents et de nombreux chercheurs travaillent dans plusieurs domaines à la fois, et la circulation des idées entre disciplines persiste. C'est la raison pour laquelle, au siècle des Lumières, on préfère parler de spécialités ou de champs de savoir, dont les frontières sont en train d'être définies.

À ce stade, on ne peut toujours pas parler de l'interdisciplinarité en tant que concept formalisé, car la structuration des savoirs en disciplines distinctes n'est pas rigide. Cependant, si l'on considère l'interdisciplinarité comme la circulation, l'échange et la combinaison des savoirs issus de différents domaines pour mieux comprendre des phénomènes complexes, alors on peut dire que l'interdisciplinarité existait déjà au siècle des Lumières. En effet, la plupart des savants du XVIII<sup>e</sup> siècle travaillaient souvent à la croisée de plusieurs disciplines. L'idée de l'encyclopédie de Diderot et d'Alembert est un exemple typique de la volonté de rassembler, d'organiser et de diffuser des connaissances variées pour éclairer le grand public. Même les académies et les sociétés savantes favorisent les échanges entre les disciplines en encourageant les chercheurs à collaborer. Il y a définitivement une forme d'interdisciplinarité active dans cette dynamique. Par ailleurs, sans les disciplines rigidement établies, il est difficile de parler de l'interdisciplinarité comme nous la connaissons aujourd'hui. D'après Graff (2015), l'interdisciplinarité est structurée à partir d'éléments provenant de différentes disciplines pour créer des approches, des compréhensions ou des contextes distincts. En se basant sur cette définition, il est clair que nous ne sommes pas encore à l'ère de l'interdisciplinarité moderne.

### **3.4 XIX<sup>e</sup> siècle : Spécialisation et institutionnalisation**

#### **3.4.1 La structuration moderne des disciplines**

C'est au 19<sup>e</sup> siècle que la consolidation de disciplines telles que la chimie, la physique, la biologie, la géologie et plus tard la sociologie a vu le jour (Bensaïd-Vincent & Blondel, 1988). Au cours de ce siècle, il y a eu une séparation croissante entre les sciences naturelles et les sciences humaines. Afin de promouvoir la diffusion de la science, l'État a pris en charge l'enseignement scientifique, ce qui a favorisé la laïcisation et la démocratisation du savoir, en particulier en France après la Révolution (Idem). C'est à cette époque que la science est devenue une carrière à temps plein, souvent en relation avec les universités ou les institutions de recherche.

Cette situation a provoqué d'importants bouleversements, avec de nombreuses découvertes et inventions qui ont profondément transformé la société, l'industrie, la science et les communications. Niépce et Daguerre ont révolutionné la façon de documenter la réalité et de transmettre l'information grâce à l'invention de la photographie (Rocquencourt, 1998). Les découvertes de Pasteur sur la fermentation et la vaccination, tout comme les innovations

technologiques d'Edison, symbolisent au XIXe siècle l'alliance entre science appliquée et industrialisation du savoir. Cette période consacre la figure du savant-technicien et renforce la différenciation des domaines scientifiques, annonçant la spécialisation institutionnelle des disciplines (Blanckaert, 2006).

Le XIXe siècle voit ainsi une transition d'un savoir encore "unitaire" au début du siècle (Blanckaert, 2006) vers une forte spécialisation disciplinaire dans la seconde moitié, grâce à la division du travail intellectuel et à la création d'institutions scientifiques (Séginger, 2017). Pendant cette période, la tendance dominante est à la spécialisation et à la structuration des disciplines scientifiques. On constate que le savoir se fragmente en champs de plus en plus précis, et les frontières disciplinaires se renforcent dans les universités et les institutions scientifiques.

### 3.4.2 Naissance des sciences sociales

Au XIX<sup>e</sup> siècle, les sciences sociales se structurent autour des travaux de Comte, Durkheim et Wundt. Comte établit que l'esprit humain évolue en trois phases distinctes : « l'état théologique », « l'état métaphysique » et « l'état positif », basé sur l'observation et la méthode scientifique (Tremblay, 2002). Selon lui, la connaissance positive devrait se limiter à l'analyse des faits et des lois, sans chercher les causes ultimes. Durkheim (1894) considère les faits sociaux « comme des choses. » et démontre que même le suicide est déterminé par des facteurs sociaux. Wilhelm Wundt crée le premier laboratoire de psychologie expérimentale, ce qui a permis d'établir la psychologie comme une discipline scientifique autonome (Serge, 2005). Il élabore des méthodes pour étudier les sensations, la perception ou l'attention, tout en admettant que certains phénomènes requièrent des approches qualitatives (Idem).

### 3.4.3 Vers l'interdisciplinarité moderne

Malgré cette fragmentation, les échanges entre les différentes disciplines demeurent dynamiques. Peut-on parler d'interdisciplinarité à cette époque ? Au 19<sup>e</sup> siècle, on ne peut pas véritablement parler d'interdisciplinarité au sens où on l'entend aujourd'hui. Nous disons qu'ils travaillaient plutôt dans la pluridisciplinarité, car la plupart de ces savants étaient polymathes. Auguste Comte, par exemple, réfléchissait aux liens entre les sciences, mais sa démarche visait davantage à classer

et hiérarchiser les disciplines qu'à promouvoir une véritable interdisciplinarité (Lenoir, 1995). En réalité, il s'agissait d'une interaction dynamique entre les disciplines en train de se structurer, ce qui a souvent abouti à des découvertes majeures et à des réorganisations épistémologiques.

### 3.5 Le XXe siècle et Le XXIe siècle

#### A. La crise des disciplines : naissance de l'interdisciplinarité

##### A.1 Les révolutions scientifiques du XXe siècle

Au cours du 20e siècle, les sciences ont connu des bouleversements et des innovations sans précédent. Certaines nouvelles théories, telles que la relativité d'Einstein ou la physique quantique, ont provoqué des changements conceptuels majeurs dans la science. On remet en cause les fondements de la physique classique, par exemple pour imposer de nouveaux cadres de pensée afin de comprendre l'univers à l'échelle de l'infiniment grand comme de l'infiniment petit (Weisskopf, 1972). La théorie de la relativité d'Einstein a transformé la conception de l'univers en montrant que l'espace, le temps et la gravitation sont liés dans un espace-temps dynamique et relatif, remplaçant les notions classiques d'espace et de temps absous (Cartan, 1925).

Au XXe siècle, les sciences humaines aussi subissent une transformation majeure. En psychologie, les sciences cognitives prennent progressivement la place du behaviorisme en utilisant « la psychologie, la linguistique, la philosophie et les mathématiques » pour appréhender l'esprit (Tiberghien, 1997). En sociologie, Bourdieu définit la société comme un ensemble de 'champs' autonomes traversés par des 'luttes pour la domination' (Bourdieu, 1976). Il expose la « violence symbolique », forme subtile de domination qui s'exerce par l'imposition de normes et valeurs légitimées comme naturelles, masquant ainsi l'arbitraire des rapports sociaux de pouvoir institutionnel (Idem).

##### A.2 Grands débats épistémologiques

Le 20e siècle était aussi le théâtre des grands débats épistémologiques qui ont profondément transformé la compréhension de la science et de la connaissance, en questionnant les fondements, les méthodes et la dynamique des savoirs scientifiques. Parmi les figures centrales de ces débats figurent les savants du cercle de Vienne, Karl Popper et Thomas Kuhn, dont les positions ont marqué l'épistémologie contemporaine.

Le Cercle de Vienne a créé le positivisme en défendant une conception de la science basée sur la logique, le langage précis et la critique de la métaphysique (Dubois et Brault, 2021). Il a cherché à établir une unité méthodologique et théorique entre toutes les sciences avec un langage scientifique commun (Idem). Il a aussi établi le découpage de la réalité en différents niveaux qui correspondent aux champs disciplinaires, en affirmant que les faits sociaux relèvent de la sociologie, les êtres vivants de la biologie, les objets physiques de la physique (Idem).

Popper critique ce positivisme logique, une vision classique selon laquelle la science progresse par accumulation de preuves (Idem). Il défend une épistémologie fondée sur le critère de falsifiabilité selon lequel une théorie scientifique doit pouvoir être testée et potentiellement réfutée par l'expérience (Idem). La science avance par conjectures et réfutations, éliminant les théories falsifiées pour se rapprocher de la vérité (Idem). Ce modèle met l'accent sur la rigueur critique et la réfutation plutôt que sur la confirmation.

Kuhn introduit la notion de « paradigme » pour désigner l'ensemble des pratiques, concepts et normes partagés par une communauté scientifique. Dubois et Brault (2021, p. 48) affirment : « Selon Kuhn, le progrès scientifique n'est pas linéaire ou continu, il se fait par étapes ou par ruptures, la rupture désignant précisément le changement de paradigme.» Selon Kuhn, un changement de paradigme entraîne un changement dans la façon dont nous percevons le monde, tout comme dans la façon dont nous le décrivons (Idem). Cette approche historicise la science et montre que les critères de rationalité sont liés aux contextes sociaux et culturels (Idem).

Ces débats mettent en lumière la complexité de la science, qui n'est ni purement objective ni simplement cumulative, mais un processus dynamique influencé par des facteurs sociaux, historiques et méthodologiques. Ils ont contribué à une épistémologie plus critique et réflexive, attentive aux conditions de production du savoir scientifique.

Le 20e siècle a entraîné une diversification des champs disciplinaires, chacun ayant ses propres méthodes, objets et institutions. Il y a même des sous-champs qui y sont développés ; la spécialisation est devenue la principale préoccupation. Avec cette autonomisation accrue, certaines voix se sont élevées durant ce siècle pour critiquer ce cloisonnement qui limite la compréhension globale des phénomènes humains et sociaux.



### A.3 Premières formes d'interdisciplinarité moderne (1900-1970)

L'interdisciplinarité telle que nous la connaissons aujourd'hui est le résultat de la tension entre la spécialisation croissante des savoirs et la quête d'une compréhension globale des phénomènes complexes. Ci-dessous, les étapes clés de son développement dicté par des enjeux épistémologiques, sociaux et institutionnels.

Vers les années 1900-1945, certains auteurs pensent que le décloisonnement ne résout pas des problèmes complexes. Ils proposent, à la place, un croisement des méthodes disciplinaires différentes. Freud, par exemple, a eu un attachement ambigu mais fondamentalement favorable à la fusion des disciplines, notamment entre la médecine, la psychologie, la biologie, la philosophie, la littérature et l'anthropologie. Dans sa discussion sur le mythe de Totem et Tabou, il utilise des références qui font référence à la psychanalyse, à la mythologie, à la religion, à la linguistique et à l'anthropologie (Vanier, 2016). Sa méthode se situe à mi-chemin entre les sciences dures et les sciences humaines, et elle est herméneutique, interprétative et novatrice (Ricoeur, 2014). Il réclame une explication causale et symbolique, qui repose sur la subjectivité, les rêves et le langage (Idem). Piaget, de son côté, va encore un peu plus loin en parlant non pas seulement de la collaboration entre disciplines, mais propose d'articuler les disciplines entre elles. Pour lui, l'interdisciplinarité commence lorsque la coopération entre disciplines aboutit à des interactions réelles, à un certain croisement de leurs méthodes et de leurs concepts (Piaget, 1972, p. 138).

Il propose d'identifier les isomorphismes (structures similaires) entre les systèmes cognitifs et les systèmes scientifiques pour créer une épistémologie génétique, c'est-à-dire une étude du développement de la connaissance, transversale à toutes les disciplines (Piaget, 1972). « C'est dans les zones frontières entre les sciences que se manifestent les problèmes les plus féconds. » (Piaget, 1972, P. 144) disait-il.

Sans systématisation concrète de la notion d'interdisciplinarité, Levi Strauss est quand même compté parmi les grands auteurs foncièrement interdisciplinaires. Et cela, grâce à son approche structurale de l'anthropologie qui mobilise la linguistique, la philosophie, la psychologie, la psychanalyse, la mythologie, les mathématiques, l'histoire et la littérature. (Lévi-Strauss, 1958)

Il ne conceptualise pas l'interdisciplinarité au sens institutionnel ou épistémologique comme Piaget, mais il la pratique intensément à travers sa méthode structuraliste en cherchant à isoler des constantes universelles, c'est-à-dire structures de l'esprit humaine. Il estime aussi que « Les sciences sociales gagneraient à importer les méthodes des sciences exactes, non pour les imiter servilement, mais pour en transposer les principes. » (Levi-Strauss, 1958, P. 23).

D'après Popper, la science commence par les problèmes plutôt que par les observations. C'est dans le contexte de la résolution d'un problème que le scientifique effectue des observations en premier lieu : ses observations sont conçues de manière sélective pour tester dans quelle mesure une théorie donnée fonctionne comme une solution satisfaisante à un problème donné (Thornton, 1997). Les problèmes ne sont pas disciplinaires, mais ils sont épistémologiques ou sociaux. Il ouvre ainsi la porte grandement au dialogue entre disciplines, en encourageant une approche centrée sur des problèmes réels, et non sur des cloisonnements disciplinaires. Sans évoquer l'interdisciplinarité comme projet pédagogique ou organisationnel, il met en avant une science ouverte, critique, basée sur la résolution de problèmes, ce qui implique naturellement le croisement des disciplines. Selon lui, la véritable caractéristique de la scientificité ne réside pas dans le dogmatisme disciplinaire, mais dans la rigueur méthodologique (Popper, 1945).

#### A.4 L'institutionnalisation de l'interdisciplinarité (OCDE, UNESCO)

Les crises sociales, environnementales et politiques (guerre du Vietnam, crise écologique, mouvements étudiants) favorisent l'émergence de critiques croissantes de la spécialisation excessive des savoirs (OCDE, 1972). Cela a poussé à repenser le rôle de l'université, car les disciplines isolées étaient inadéquates à résoudre ces problèmes beaucoup trop complexes (Thompson, 1990). Les années 1970 voient alors un plébiscite du concept d'interdisciplinarité, notamment dans les sciences sociales et les études environnementales. Le concept « interdisciplinarité » est popularisé à l'avant-plan en éducation par des institutions internationales comme l'OCDE (Organisation de coopération et de développement économiques) et l'UNESCO (OCDE, 1972).

À la suite du colloque de l'OCDE organisé à Nice, on publie le premier rapport qui a consacré la naissance institutionnelle de l'interdisciplinarité. On y trouve des contributions majeures des grands auteurs comme Piaget, Kockelmans et autres.

Ce colloque donne ainsi une assise théorique forte à l'interdisciplinarité, en orientant les débats vers une réflexion sur les structures de la connaissance, pas seulement sur les politiques éducatives. Kockelmans (1972) complète le tableau avec des contributions plus épistémologiques en mettant l'accent sur les conditions culturelles, existentielles et historiques de l'interdisciplinarité. Il soutient que l'interdisciplinarité doit être comprise comme un effort authentique pour dépasser la fragmentation du savoir humain et non comme une option marginale (Idem). De plus, il pense que l'interdisciplinarité devrait être associée à une révision de la culture universitaire et à une réflexion collective axée sur la compréhension globale de l'humain, et non seulement sur des objectifs techniques ou productivistes (Idem). Cela requiert un dialogue herméneutique entre des cadres épistémiques hétérogènes.

## B. Interdisciplinarité, complexité et technologie

Les innovations et les progrès technologiques spectaculaires se poursuivent au XXI<sup>e</sup> siècle. L'émergence rapide de nouvelles technologies telles que l'imagerie, la génomique, l'intelligence artificielle, les big data, les nanotechnologies, etc. change radicalement les méthodes et les objets de la recherche scientifique.

*« The confluence of factors mentioned above – accumulation and globalisation of knowledge, the era of big data, unprecedented sustainability challenges, the capacity to conduct more complex research, and the need to better harness technological innovation – is, in LERU's view, challenging the current discipline-driven model in a fast-changing environment. »* (Wernli & Darbellay, 2016, P. 8).

Grâce à ces technologies, on peut accéder à des niveaux d'analyse et d'intervention inédits. Du génome à l'écosystème, il est possible de manipuler ou d'observer des phénomènes qui étaient autrefois inaccessibles. En revanche, le XXI<sup>e</sup> siècle se distingue aussi par la prise en compte de la complexité croissante des objets d'étude, nécessitant des approches interdisciplinaires et même

transdisciplinaires pour comprendre et résoudre les grands défis contemporains (climat, santé, biodiversité, intelligence artificielle, etc.). Kockelmans (1979, p. 1) affirme:

*« The debate about interdisciplinarity is necessary in part because we appear to know too much; this confronts us with the problem of how to introduce younger people to the enormous domain of human knowledge, only a very small part of which they will be able to conquer. »*

La science au XXI<sup>e</sup> siècle est de plus en plus marquée par l'intégration des disciplines, l'innovation technologique, l'ouverture et la collaboration mondiale (Wernli & Darbellay, 2016).

On observe également une fusion entre la recherche fondamentale et appliquée, ainsi qu'une augmentation de l'importance des compétences humaines et de l'éthique pour faire face à la complexité et aux défis de notre époque (Idem). La recherche et l'enseignement actuels sont de plus en plus tournés vers l'interdisciplinarité, car ils doivent résoudre des problèmes complexes qui vont au-delà des frontières disciplinaires. Par ailleurs, elle continue de faire face à des défis d'intégration et d'institutionnalisation.

#### 4. Grille diachronique de l'évolution du savoir

Périodes historiques		Antiquité	Moyen Âge	Renaissance / Révolution scientifique	XIXe siècle	XXe siècle et XXIe siècle
Marqueurs						
	Académies et universités	Manque d'institutions académiques ; écoles de philosophie ; bibliothèques	Universités médiévales ; madrassas ; scolaire	Les académies savantes et les réseaux de savants	Universités nationales, départements, centres de recherche.	Départements interdisciplinaires ; UNESCO ; Centres de recherche interdisciplinaires.
	Paradigmes	Pensée holistique, langues	Syllogisme et exégèse,	Rationalité de l'expérimentation, mathématisation	Le positivisme et la spécialisation en sciences sociales	La relativité, la quantique, les sciences cognitives, le structuralisme et la pensée complexe

	Instruments	Manuscrits, cadrans solaires, les gnomons, Machine d'Anticythère, leviers, poulies (Lamy, 2022)	Astrolabes, instruments d'astronomie, horloges mécanique, Boussole, etc.	Imprimerie, télescope Lentilles en simples, microscope, lunette astronomique, Horloge à pendule, etc.	Industrialisation, télégraphe, photographie, télescope en Lentilles et miroirs, microscope avec correction des aberrations, baromètre, etc.	Systèmes informatiques, satellites, bases de données, Big data, IA, tachistoscope GPS, IRM, scanners, échographies, Microscopie électronique etc.
Indicateurs d'interdisciplinarité		Polymathes, continuité arts/sciences	Hybridations gréco-arabes	Correspondances savantes ; hybridations art/science	Pluridisciplinarité institutionnelle	Co-publications; séminaires interdisciplinaires mixtes, comités éditoriaux mixtes ;multiple projets collaboratifs internationaux

## 6. Exemples des études interdisciplinaires

### 6.1 Écologie scientifique (XIXe → XXe siècle)

L'écologie scientifique s'est d'abord structurée autour de l'analyse des relations entre êtres vivants et environnement, avant de s'étendre vers une vision systémique, intégrative et multidisciplinaire. Les premières approches sont celles de naturalistes, comme Alexander von Humboldt qui a, dès 1805, posé les bases de la "géographie des plantes" dans une perspective écologique. (Matagne, 2003). Haeckel a poursuivi dans le même sens en définissant l'écologie comme la science des relations entre les organismes et l'environnement, en prenant en considération à la fois les conditions inorganiques et les relations organiques (Egerton, 2013). Il l'explique de la façon suivante:

*«By ecology, we mean the whole science of the relations of the organism to the environment including, in the broad sense, all the “conditions of existence.” These are partly organic, partly inorganic in nature; both, as we have shown, are of the greatest significance for the form of organisms, for they force them to become adapted. Among the inorganic conditions of existence to*

*which every organism must adapt itself belong, first of all, the physical and chemical properties of its habitat, the climate (light, warmth, atmospheric conditions of humidity and electricity), the inorganic nutrients, nature of the water and of the soil, etc. »* (Haeckel, 1866, cité par Egerton, 2013, p. 226)

Au milieu du XX<sup>e</sup> siècle, Eugene Odum introduit le concept d'écosystème comme unité fondamentale, insistant sur l'importance de considérer la biosphère dans son ensemble comme un système interconnecté (Odum, 1964). Il met également en avant une approche systémique, où l'écologie n'est pas simplement une extension de la biologie moléculaire ou physiologique, mais une discipline indépendante centrée sur la compréhension des processus d'énergie, de matière, de régulation et de stabilité des systèmes naturels (Idem).

À cette époque l'interdisciplinarité en tant que concept moderne n'était pas encore formellement définie ou institutionnalisée comme elle l'est aujourd'hui. Et pourtant, on peut constater que ces trois auteurs ont une approche qui intègre différentes disciplines comme la géographie, la botanique et la zoologie pour étudier le monde dans sa complexité, sans nécessairement utiliser le terme explicitement.

L'écologie moderne est profondément interdisciplinaire, car elle œuvre à la compréhension et à la gestion d'objets qui dépassent les cadres traditionnels de chaque discipline. En effet, elle questionne la séparation entre la Nature et la Culture, en proposant des objets hybrides tels que les écosystèmes, le changement climatique ou la biodiversité (Pecqueux et al., 2022). Pour y arriver, il est avantageux de mener des analyses conjointes des sciences naturelles et des sciences sociales (Idem). Selon Pecqueux et al., en écologie, l'interdisciplinarité s'impose « Tant par sa dimension d'urgence que par le caractère singulier de ses objets, qui se situent toujours à l'intersection du social et du naturel, la question écologique est un lieu privilégié pour analyser le fonctionnement de l'interdisciplinarité entre les SHS et les sciences de la nature aujourd'hui » (P. 3)

## 6.2 Sciences cognitives (années 1950–1990)

Dans les années 1940, des chercheurs comme Norbert Wiener ont introduit la cybernétique, qui se focalise sur le contrôle et la régulation des systèmes, qu'ils soient biologiques, mécanistes ou électroniques. Elle introduit des notions fondamentales comme la rétroaction, l'autorégulation et

la communication dans les systèmes complexes (Dupuy, 2005). La cybernétique est une approche interdisciplinaire qui aborde la cognition, l'autonomie et l'intelligence de manière systémique et dynamique. Au fil du temps, cette approche initiale a été étendue afin de comprendre plus en profondeur les processus cognitifs, tels que la perception, la mémoire, le langage et l'apprentissage (Idem). Ainsi, la transition de la cybernétique aux sciences cognitives reflète un déplacement du focus sur la régulation et le contrôle vers une compréhension plus complète des processus mentaux, intégrant des modèles computationalistes, expérimentaux et théoriques pour saisir la complexité de l'esprit humain et des systèmes artificiels intelligents. (Idem). Le passage de la cybernétique aux sciences cognitives s'est effectué à travers un processus d'interdisciplinarité et de convergence des idées sur la compréhension de l'esprit, du contrôle et de l'information.

Neisser (2014) illustre l'interdisciplinarité de la psychologie cognitive en intégrant des idées et des méthodes provenant de diverses disciplines telles que la psychologie de la Gestalt, l'informatique, la linguistique et les sciences neurologiques. Par exemple, son travail avec les gestaltologue Wolfgang Kohler et Hans Wallach lui a permis d'incorporer des perspectives perceptuelles, tandis que sa collaboration avec Oliver Selfridge sur les modèles de reconnaissance de formes met en évidence l'apport de l'informatique et de l'intelligence artificielle (Idem). Il insiste aussi sur le fait que tous les phénomènes psychologiques sont cognitifs, ce qui nécessite une compréhension transdisciplinaire pour saisir la complexité du fonctionnement mental (Idem). Ira Hyman dans «introduction to the classic edition» (Neisser, 2024) affirme:

*« Neisser introduced two fundamental features of the cognitive paradigm: information processing and constructive processing. Information processing focuses on following inform action from the environment through the various cognitive processes that lead to perceptions, memories, thoughts, and behaviors. »* (P. xvi)

Simon et Newell (1971) mettent aussi en avant une approche interdisciplinaire dans leur travail en intégrant des perspectives provenant de la psychologie, de la science de l'information, de l'intelligence artificielle et même de la neurophysiologie. Ils considèrent que pour comprendre la résolution de problèmes humains, il est essentiel de relier les notions issues de ces différentes disciplines, notamment en modélisant les processus cognitifs comme des systèmes de traitement de l'information. Ils insistent sur le fait que la psychologie doit dialoguer avec les sciences

biologiques et informatiques pour élaborer des théories explicatives robustes, tout en restant attentive à la réalité empirique de la cognition humaine (Idem). Cette démarche traduit une conception interdisciplinaire où chaque champ contribue à une compréhension plus complète du phénomène complexe qu'est la résolution de problèmes. Elle est bien illustrée dans cette phrase: « *The theory makes reference to an information-processing system, the problem solver; confronted by a task. The task is defined objectively in terms of a task environment. It is defined by the problem solver; for purposes of attacking it, in terms of a problem space.* » (Simon et Newell, 1971, p. 148).

## 7. Discussion

Selon Morin (1990), la compréhension du réel requiert la collaboration entre les parties et le tout, entre le simple et le multiple. Nicolescu (2002) étend cette idée et ouvre la voie à la transdisciplinarité en introduisant la logique du tiers inclus. L'interdisciplinarité devient alors un paradigme cognitif, une posture de pensée face à la complexité du monde contemporain. D'après les recherches récentes, il est clair que l'interdisciplinarité actuelle ne consiste pas en une méthode, mais en une exigence épistémologique pour dépasser la fragmentation du savoir et rétablir la continuité entre la science, la culture et l'humanité.

Cette dynamique de recomposition n'est pas exempte de tensions. Comme le rappellent Frickel, Albert et Prainsack (2016, p. 5) : « *interdisciplinary collaboration is not a neutral space of exchange, but a site where power, resources, and authority are constantly negotiated.* »

Il est manifeste que l'interdisciplinarité, loin d'être un espace de liberté, est en permanence confrontée à des défis de reconnaissance et de hiérarchie académique. Elle ne se réalise jamais dans un vide institutionnel. Elle est toujours influencée par les rapports de pouvoir entre disciplines, les hiérarchies de prestige et les contraintes organisationnelles qui guident la reconnaissance académique. D'après les auteurs, la collaboration interdisciplinaire reste souvent tributaire des logiques de financement et des cadres d'évaluation, qui sont dominés par les disciplines établies. Ainsi, loin d'être un espace neutre, l'interdisciplinarité devient un champ de négociation scientifique et politique.

Il ne faut donc pas non négliger les dispositifs de financement de la recherche, qui influencent fortement l'interdisciplinarité contemporaine. Au niveau international, plusieurs organismes

notamment Horizon Europe (Robinson et al., 2020) ou Human Frontier Science Program (Anderson, 2018) ou le New Frontiers in Research Fund (NFRF) au Canada soutiennent explicitement des projets à forte composante interdisciplinaire. Ces programmes accordent la priorité à la mise en place d'équipes mixtes, transinstitutionnelles et parfois transnationales, en prenant en compte des problématiques telles que le climat, la santé, l'intelligence artificielle ou la transition énergétique. Cette orientation confirme l'argument selon lequel les dispositifs de financement constituent désormais des leviers structurants pour la production interdisciplinaire de connaissances (Frickel et al., 2016).

Parallèlement, les métriques évaluatives traditionnelles sont souvent inadéquates pour saisir la dynamique des projets interdisciplinaires, qui évoluent parfois en dehors des paradigmes et des schémas classiques de publication (Journeau et Tron, 2009). Si les indices de citations normalisés offrent une mesure plus juste de la reconnaissance scientifique aux travaux interdisciplinaires, car ils plébiscitent la rupture ou les nouveautés (Idem). La densité des revues, des réseaux de citations et des communautés éditoriales favorise les disciplines établies grâce à des indicateurs tels que le h-index ou le facteur d'impact. Les chercheurs interdisciplinaires, qui publient fréquemment dans des revues hybrides ou émergentes moins valorisées dans les classements institutionnels, se voient ainsi exclus des processus d'évaluation individuelle, de promotion ou d'accès aux financements. Cette tension reflète l'idée que l'interdisciplinarité avance dans un espace institutionnel dont les mécanismes d'évaluation demeurent disciplinaires dans leurs logiques profondes (Klein, 2017). Journeau et Tron (2009) encouragent une évaluation multifacette intégrant des indicateurs statistiques, des modèles prédictifs, des réseaux collaboratifs et une analyse dynamique des trajectoires de recherche, afin de mieux cerner la fertilité, la structuration et la potentialité d'innovation dans la recherche interdisciplinaire. Selon Klein (2017), les pratiques interdisciplinaires demandent aux chercheurs d'acquérir la capacité de traduire, d'hybrider et de reformuler les cadres de pensée de différents domaines. Elle la caractérise comme : « *A reflexive practice requiring translation, negotiation, and synthesis across epistemic cultures* » (Klein, 2017, p. 23). Elle démontre ainsi que la coopération entre les disciplines dépasse la juxtaposition de connaissances, pour devenir un travail de médiation et de reformulation constante des cadres cognitifs. Cette exigence cognitive et institutionnelle prouve que l'interdisciplinarité est à la fois une méthode et une culture scientifique émergente.

Enfin, le mouvement de la « team science » témoigne d'une transformation organisationnelle majeure. Ce modèle encourage la formation d'équipes vastes, interdisciplinaires et interinstitutionnelles, et se base sur des pratiques de collaboration soutenues comme le partage d'informations, la co-élaboration de cadres méthodologiques, la gouvernance répartie et la production collective des résultats (Stokols et al., 2008). Toutefois, la « team science » révèle également de nouveaux défis structurels dans la répartition du crédit scientifique, l'asymétrie de ressources entre équipes participantes, les hiérarchies implicites liées au prestige disciplinaire, ou encore aux tensions entre leadership disciplinaire et gouvernance collaborative (Idem).

Ces enjeux confirment que les conditions pour l'interdisciplinarité dépendent à la fois des structures politiques, organisationnelles et des pratiques scientifiques internes (Frickel et al., 2016; Klein, 2017). Ceci rejoint Wernli et Darbellay (2016) qui soulignent l'importance de considérer l'interdisciplinarité comme une construction sociale plutôt que cognitive car les collaborations dépendent des structures de pouvoir, des attentes des bailleurs et des dispositifs d'évaluation.

Loin d'un idéal harmonieux, l'interdisciplinarité contemporaine révèle les ambiguïtés du système scientifique, partagé entre désir de dépassement des frontières et inertie institutionnelle.

Ces analyses invitent à envisager la recomposition des savoirs non comme un simple progrès cognitif, mais comme un processus dialectique, traversé de résistances et de rapports de force. Dans cette perspective, la pensée complexe de Morin et la transdisciplinarité de Nicolescu apparaissent moins comme des modèles accomplis que comme des horizons régulateurs ou encore des idéaux critiques visant à maintenir ouverte la tension entre unité et pluralité du savoir.

Dans la même veine, Wernli et Darbellay (2016, P.12) rappellent que « l'interdisciplinarité doit être comprise comme un construit social et institutionnel, dont les conditions de possibilité dépendent autant des structures de pouvoir que des affinités intellectuelles. » Cette conception situe encore une fois l'interdisciplinarité non plus comme un idéal théorique, mais comme un processus traversé de tensions entre autonomie scientifique et dépendance institutionnelle.

## Conclusion

Les travaux de Klein (1990) ont permis d'établir des typologies fines de l'interdisciplinarité. Graff (2015) a retracé son histoire intellectuelle tandis que Frodeman (2008) en a développé la

philosophie et les enjeux normatifs. De leur côté, Repko et Szostak (2021) ont systématisé les méthodes interdisciplinaires. Cet article ne s'est pas limité à décrire l'interdisciplinarité ou à en catégoriser les formes. Il a plutôt fait une relecture historique intégrée reliant la prédisciplinarité antique, la construction progressive des disciplines et l'émergence contemporaine de la pensée complexe. Notre perspective diachronique est allée au-delà de l'approche descriptive ou classificatoire, en montrant que l'interdisciplinarité n'est pas une innovation moderne, mais plutôt une résurgence d'un idéal d'unité du savoir constamment reconfiguré à travers l'histoire. L'interdisciplinarité s'est avérée être la réponse intellectuelle aux défis de la complexité. Elle symbolise une fusion créative et une véritable négociation cognitive entre les domaines du savoir, favorisant la fécondation réciproque des concepts et l'émergence de nouvelles perspectives bien plus importantes que la somme des parties. L'interdisciplinarité se présente comme une tentative de renouveau, de recomposition, cherchant à retrouver l'idéal antique d'un savoir global tout en intégrant la complexité contemporaine.

Nous sommes conscients que notre étude manque d'analyse textométrique. Son eurocentrisme exclut les traditions intellectuelles non occidentales ou les épistémologies autochtones, qui proposent d'autres formes de relations entre les savoirs.

Dans les études à venir, il serait pertinent d'explorer l'interdisciplinarité dans des contextes historiques non occidentaux. Une modélisation des facteurs institutionnels, cognitifs et instrumentaux permettrait aussi d'identifier les conditions effectives qui favorisent ou entravent l'hybridation des savoirs.



## Bibliographie

Anderson, W. (2018). Novel research funding opportunities. *Artery Research*, 24(1), 64-65.

Ariew, R. (2007). Pierre Duhem. Stanford encyclopedia of philosophy.  
<https://plato.stanford.edu/eNtRlS/duhem/>

Assezat, J. & Tourneux, M. (2009). *Oeuvres complètes de Diderot : revues sur les éditions originales*. Étude sur Diderot et le mouvement philosophique au XVIII<sup>e</sup> siècle. Tome 2.

<https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k55581984/f11.item#>

Bachimont, B. (2020). *L'interdisciplinarité comme pratique disciplinaire*. Revue Intelligibilité du numérique. [https://doi.org/10.34745/numerev\\_1685](https://doi.org/10.34745/numerev_1685)

Barthélémy, J. (2013) es, « *Encyclopédisme et théorie de l'interdisciplinarité* », Hermès, no 67, 2013, p. 165-170

Bensaude-Vincent, B. (1993). *Un public pour la science: l'essor de la vulgarisation au XIX<sup>e</sup> siècle*. Réseaux. Communication-Technologie-Société, 11(58), 47-66.  
[https://www.persee.fr/doc/reso\\_0751-7971\\_1993\\_num\\_11\\_58\\_2304](https://www.persee.fr/doc/reso_0751-7971_1993_num_11_58_2304)

Blanckaert, C. (2006). *La discipline en perspective. Le système des sciences à l'heure du spécialisme (XIX<sup>e</sup>-XX<sup>e</sup> siècle)*. In J. Boutier, J.-C. Passeron, & J. Revel (eds.), Qu'est-ce qu'une discipline ? (1-). Éditions de l'École des hautes études en sciences sociales.  
<https://doi.org/10.4000/books.editionsehess.20111>

Boelaert, J., Mariot, N., Ollion, É., & Paris, J. (2015). Les aléas de l'interdisciplinarité : Genèses et l'espace des sciences sociales françaises (1990-2014). *Genèses*, (100-101), 20-49.

Boullay, S., (2017). *Le Moyen Âge : temps obscurs ou siècles d'innovations* ?  
<https://histoirebnf.hypotheses.org/1378>

Bourdieu, P. (1976). *Le sens pratique*. In: *Actes de la recherche en sciences sociales*. Vol. 2, n°1, février 1976. L'État et les classes sociales. Pp. 43-86

Bret, P. et Thébaud-Sorger, M., (2018). *Académies et sociétés savantes : l'institutionnalisation et la socialisation des sciences et des arts, XVe-XVIIIe siècle*, Éditeur : Presses universitaires de Rennes

Cartan, C., (1925). *Sur les variétés à connexion affine, et la théorie de la relativité généralisée (deuxième partie)*, Annales scientifiques de l'É.N.S. 3e série, tome 42 (1925), p. 17-88

Cartwright, M., (2023). World history encyclopedia. <https://www.worldhistory.org/trans/fr/1-21157/revolution-scientifique/>

Chen V. W., (2022) *Georges-Louis Leclerc, Comte de Buffon*. EBSCO. <https://www.ebsco.com/research-starters/history/georges-louis-leclerc-comte-de-buffon>

Chermette-Mouratille, A., (1973). *La vie de Carl von Linné*, Publications de la Société Linnéenne de Lyon Année 1973 42-4 pp. 80-96

Cook, B. (2012) *L'histoire naturelle et la définition de la race dans l'empire français colonial du XIXème siècle*, FR493 à Colby College.

Cooke, S. J., Nguyen, V. M., Anastakis, D., Scott, S. D., Turetsky, M. R., Amirfazli, A., & Woolford, A. (2020). *Diverse perspectives on interdisciplinarity from Members of the College of the Royal Society of Canada*. Facets, 5(1), 138-165.

Daumas, M. (1950). *Quelques fabricants d'instruments scientifiques anciens*. Revue d'histoire des sciences et de leurs applications, 364-370.

David, J. R., & Carton, Y. (2007). *Georges-Louis Leclerc, comte de Buffon (1707-1788)-Un homme d'influence au siècle des Lumières*. Médecine/sciences, 23(11), 1057-1062.

Debru, A. (2002). *La preuve par l'expérimentation dans l'Antiquité*. Cahiers François Viète, I-2,57-65. <https://doi.org/10.4000/cahiersfcv.2355>

De Vinci, L. (1888). *Les manuscrits de Leonard de Vinci* (Vol. 3). Quantin.

Dubois, M.J.F. et Brault, N. (2021). Chapitre 2. *Les grands courants de l'épistémologie au XXe siècle. Manuel d'épistémologie pour l'ingénieur.e* (p. 35-63). Éditions Matériologiques.



[https://stm.cairn.info/manuel-d-epistemologie-pour-l-ingenieur--9782373612769-page-35?lang=fr.](https://stm.cairn.info/manuel-d-epistemologie-pour-l-ingenieur--9782373612769-page-35?lang=fr)

Dupuy, J.-P. (2005). *Aux origines des sciences cognitives*. Seuil.

Durkheim, É. (1894). *Les règles de la méthode sociologique*. Revue Philosophique de la France et de l'Étranger, 37, 465-498.

Egerton, F. N. (2013). *History of ecological sciences*, part 47: Ernst Haeckel's ecology. Bulletin of the Ecological Society of America, 94(3), 222-244.

Febvre, L. et Martin, H-J., (1958). *L'apparition du livre*.

Frickel, S., Albert, M., & Prainsack, B. (Eds.). (2016). *Investigating interdisciplinary collaboration: Theory and practice across disciplines*. New Brunswick, NJ: Rutgers University Press.

Frodeman, R. (2008). *Redefining ecological ethics: Science, policy, and philosophy at Cape Horn*. Science and Engineering Ethics, 14(4), 597-610.

Gingras, Y. (2024). *Histoire des sciences en Antiquité*. Dans Histoire et usages de l'histoire des sciences. Que sais-je

Graff, H. J. (2015). *Undisciplining knowledge: Interdisciplinarity in the twentieth century*. JHU Press.

Journeau, P., & Tron, L. (2009). Mesurer la recherche interdisciplinaire. *VSST09, Nancy*, 3.

Klein, J. T., (2011). « Une taxinomie de l'interdisciplinarité », dans Rachid Bagaoui et Alain Beaulieu, *Y a-t-il une théorie en interdisciplinarité*, Nouvelles perspectives en sciences sociales, vol. 7, no 1, 2011, p. 15-48.

Klein, J. T., (1990). *Interdisciplinarity: History, Theory, and Practice*. Detroit: Wayne State University Press.

Klein, J. T. (2021). *Beyond interdisciplinarity* (pp. 79–21). Oxford University Press.

Kockelmans, J. J., (1972). *Interdisciplinarity: Problems and Prospects of the Interdisciplinary Approach*, in OCDE, *Interdisciplinarity: Problems of Teaching and Research in Universities*, Paris, OCDE, pp. 123–130.

Kockelmans, J. J., (1979). *Why Interdisciplinarity? In Interdisciplinarity and Higher Education* (pp. 69-160). The Pennsylvania State University Press.

Kockelmans, J. J., Miller, R. C., & Klein, J. T. (1986). *Interdisciplinarity and the university: The dream and the reality*. Issues in Interdisciplinary Studies.

Koyré, A., (1962). *Du monde clos à l'univers infini*, traduit de l'anglais par Raïssa Tarr, Paris, Presses Universitaires de France

Kuhn, T. S. (1962). *The Structure of Scientific Revolutions*. University of Chicago Press.

Lamy, J. (2022). *Le renouveau de l'histoire des instruments scientifiques*. Essai bibliographique. Artefact. Techniques, histoire et sciences humaines, (17), 9-38.

Lattuca, L. (2003). *Creating interdisciplinarity: Grounded definitions from the college and university faculty*. History of Intellectual culture, 3(1).

Lenoir, Y., (1995) *L'interdisciplinarité : aperçu historique de la genèse d'un concept*. Cahiers de la recherche en éducation, Volume 2, numéro 2,

Lévi-Strauss, C., 1958. *Anthropologie structurale*. Paris : Plon

Louvel, S. (2015). *Ce que l'interdisciplinarité fait aux disciplines*. Revue française de sociologie, 56(1), 75-103.

Matagne, P. (2003). *Aux origines de l'écologie*. Innovations, 18(2), 27-42.

Morin, Edgar. (1990). *Introduction à la pensée complexe*. Paris : ESF éditeur.

Morin, E., & Le Moigne, J. L. (1999). *L'intelligence de la complexité*.

Morin, E. (2015). *Introduction à la pensée complexe*. Média Diffusion.

OCDE (1972). *Interdisciplinarity: Problems of Teaching and Research in Universities*. Paris : OCDE.

Odum, E. P. (1964). *The new ecology*. BioScience, 14(7), 14-16.

Neisser, U. (2014). *Cognitive psychology: Classic edition*. Psychology press.

Nicolescu, B. (2011). *De l'interdisciplinarité à la transdisciplinarité : fondation méthodologique du dialogue entre les sciences humaines et les sciences exactes*. Nouvelles perspectives en sciences sociales, 7(1), 89-103.

Noreau, L., (2023). *4 mythes sur le Moyen Âge*

<https://www.scientifique-en-chef.gouv.qc.ca/impact-recherche/4-mythes-sur-le-moyen-age/>

Nourrit-Lucas, D., Alévèque, G., Laurent, A., & Libourel, T. (2023). *L'interdisciplinarité dans tous ses états : une approche complexe, floue et minéralogique*. Journal Interdisciplinary Methodologies and Issues in Science.

Nowotny, H., Scott, P. et Gibbons M. (2001). *Re-Thinking Science: Knowledge and the Public in an Age of Uncertainty*. Publiée par Polity Press

Parlebas, P. (1980). *Un modèle d'entretien hyper-directif : la maïeutique de Socrate*. Revue française de pédagogie, 4-19.

Pecqueux, A., Poupin, P., & Vuillerod, J. B. (2022). *Aventures de l'interdisciplinarité: les sciences de la nature et les sciences humaines et sociales face à la question écologique*. Tracés. Revue de Sciences humaines, (22), 7-20.

Piaget, J.,(1972). *L'épistémologie des relations interdisciplinaires*, in OCDE, L'interdisciplinarité. Problèmes d'enseignement et de recherche dans les universités, Paris : OCDE

Pirenne-Delforge, V. (2018). *Le polythéisme grec comme objet d'histoire*. In S. Hitch & I. Rutherford (Eds.), *Animal Sacrifice in the Ancient Greek World* (pp. 151-177). University of Cambridge Press.

Popper, K. (1945). *La société ouverte et ses ennemis*

Repko, A. F., & Szostak, R. (2020). *Interdisciplinary research: Process and theory*. Sage publications.

Repko, A., and Szostak, R., (2021). Part I, *About Interdisciplinary Studies and Disciplines*, *Interdisciplinary Research: Process and Theory*, 4th ed., Thousand Oaks, Sage, pp. 2-74

Reviron, J., (1939). *Les idées politico-religieuses d'un évêque du IXe siècle* : Jonas d'Orléans et son "De Institutione regia"

Ricoeur, P. (2014). De l'interprétation. Essai sur Freud. Media Diffusion.

Robinson, D. K. R., Simone, A., & Mazzonetto, M. (2020). RRI legacies: co-creation for responsible, equitable and fair innovation in Horizon Europe. *Journal of Responsible Innovation*, 8(2), 209–216. <https://doi.org/10.1080/23299460.2020.1842633>

Roquencourt, J. (1998). *Daguerre et l'optique*. Études photographiques, (5).

Séginger, G., (2017), *Littérature et savoirs scientifiques au XIXe siècle*.  
[https://www.jstage.jst.go.jp/article/littera/1/0/1\\_68/\\_pdf](https://www.jstage.jst.go.jp/article/littera/1/0/1_68/_pdf)

Serge, N., (2005). *Wundt et la fondation en 1879 de son laboratoire*. In: L'année psychologique. Vol. 105, n°1. Pp. 133- 170

Starobinski, J., (2024) *Montesquieu*, Éditions du Seuil

Stokols, D., Hall, K. L., Taylor, B. K., & Moser, R. P. (2008). The science of team science: overview of the field and introduction to the supplement. *American journal of preventive medicine*, 35(2), S77-S89.

Tétu, J. F. (2018). *De L'Apparition du livre de Lucien Febvre et Henri-Jean Martin à La Révolution de l'imprimé dans l'Europe des premiers temps modernes d'Elizabeth L. Eisenstein. Questions de communication*, (34), 301-318.

Tiberghien, G. (1997). *La mémoire oubliée* (Vol. 215). Editions Mardaga.



Thompson, L. (1990). *Negotiation behavior and outcomes: Empirical evidence and theoretical issues*. Psychological bulletin, 108(3), 515.

Thornton, S. (1997). *Karl Popper*, Stanford encyclopedia of philosophy.  
<https://plato.stanford.edu/entries/popper/#ProbDema>

Tremblay, J., (2002) *Discours sur l'esprit positif d'Auguste Comte*, "Les classiques des sciences sociales"

[https://classiques.uqam.ca/classiques/Comte\\_auguste/discours\\_esprit\\_positif/discours\\_esprit\\_positif.html](https://classiques.uqam.ca/classiques/Comte_auguste/discours_esprit_positif/discours_esprit_positif.html)

Vanier, A. (2016). *Totem et Tabou, un mythe clinique*. Research in Psychoanalysis, 21(1), 54a-61a.  
<https://doi.org/10.3917/rep1.021.0054a>.

Van Klooster, H. S. (1947). *Jan Baptist van Helmont*. Journal of Chemical Education, 24(7), 319.

Weiskopf, V. F. (1972). *La physique du 20eme siècle*. Massachusetts Inst. of Technology.

Wernli, D. et Darbellay, F., (2016). *Interdisciplinarity and the 21st Century Research-Intensive University*, League of European Research Universities.