



HAL
open science

L'interdisciplinarité dans tous ses états: une approche complexe, floue et interalogique.

Déborah Nourrit-Lucas, Guillaume Aleveque, Anne Laurent, Thérèse Libourel
Rouge

► To cite this version:

Déborah Nourrit-Lucas, Guillaume Aleveque, Anne Laurent, Thérèse Libourel Rouge.
L'interdisciplinarité dans tous ses états: une approche complexe, floue et interalogique.. 2022.
hal-03675922v1

HAL Id: hal-03675922

<https://hal.science/hal-03675922v1>

Preprint submitted on 23 May 2022 (v1), last revised 5 Jun 2023 (v2)

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

L'interdisciplinarité dans tous ses états: une approche complexe, floue et interalogique.

Nourrit D.¹, Alevêque, G.², Laurent, A.³, Libourel, T.⁴

¹ EuroMov DHM, Univ Montpellier, IMT Mines Ales, Montpellier, France

² IIAC, EHESS, CNRS, Paris, France

³ LIRMM, Univ Montpellier, CNRS, Montpellier, France

⁴ ESPACE-DEV, Univ Montpellier, IRD, Univ Antilles, Univ Guyane, Univ Nouvelle Calédonie, Univ Perpignan Via Domitia, Univ Réunion, Montpellier, France

Résumé

Le rapprochement voire la collaboration entre les disciplines scientifiques s'impose comme le moyen privilégié pour comprendre la complexité des objets questionnés dans les projets de recherche. Dans cet article, nous recensons les différentes définitions données aux formes d'interaction entre disciplines depuis 1972 et la publication pionnière de *Interdisciplinarity: problems of teaching and research in universities*. Il apparaît que la rigidité normative des définitions, ainsi que leur multiplication, rendent difficilement compte des nuances et des dynamiques de la collaboration au sein des projets scientifiques qui dépassent les frontières disciplinaires. Néanmoins, c'est un dialogue entre théorie et pratique enrichissant que nous chercherons à initier, aussi bien pour l'étude que pour la méthodologie de l'interdisciplinarité, en proposant d'aborder la gradualité de tels contextes par un croisement entre psychologie expérimentale, anthropologie et sciences de l'informatique. Nous envisagerons ainsi des pistes de modélisation en exploitant notamment les fondements de la théorie des sous-ensembles flous apparue dans les années 60 pour la formalisation mathématique des objets aux contours flous. Cela nous conduira à envisager la question de l'interdisciplinarité et de toutes les formes de collaborations à partir d'une logique floue à inscrire dans le champ plus large de ce l'on pourrait nommer la science de l'inter-: l'interalogie.

Introduction

Plus que jamais, parce que la science a besoin d'innovation, le rapprochement voire la collaboration entre les disciplines scientifiques s'impose comme le moyen privilégié pour comprendre la complexité des objets questionnés (Gass, 1972; Morin, 1990b) et engendrer de nouveaux savoirs (Nicolescu, 1996). Encourager dans le cadre des multiples AAP (appel à projet) scientifiques, des programmes de structuration de la recherche d'excellence (LABEX - laboratoire d'excellence ; IDEX - initiative d'excellence, PIA programme d'investissement d'avenir...), des restructurations des politiques universitaires (création de Collegium), ou des groupes de réflexions de type Think Tank, etc., cette nouvelle orientation du travail collaboratif n'est pas sans poser des questions

épistémologiques et méthodologiques, voire évaluatrices, tant chacun y va de sa définition entre intuition sémantique ou acception commune par défaut.

Si nombres d'écrits, dont les premiers de Piaget (1972), Klein (1990), Nicolescu (1996), Morin (1999 ; 2003), Resweber (2000), Lenoir (2003) et la charte du CIRET¹ (1994) aident tout à la fois à identifier les formes de collaborations et aiguiller nos pratiques de recherche, tout indique que les catégorisations proposées se multiplient dans un même mouvement que les disciplines se parcellisent. De fait, les auteurs qui tentent de s'émanciper de la discussion sur la catégorisation des formes du travail scientifique entre disciplines aboutissent à proposer une typologie parallèle (Vinck, 2000 ; Prud'homme et Gringas, 2015) qui, *in fine*, recoupe bien souvent les nuances des définitions précédentes ce qui accentue encore la configuration disparate de ce champ. Peut-être cela tient-il de l'impossibilité de théoriser la science qui cantonnerait l'analyse de l'interdisciplinarité à la classification taxinomique (Laflamme, 2011) ? Quoiqu'il en soit, cette jungle conceptuelle restreint la diffusion de la recherche sur les formes de collaborations entre disciplines. Ainsi, si les termes de pluri-, inter- ou transdisciplinarité sont aujourd'hui communément employés dans les communautés et instances scientifiques, non seulement leurs définitions sont méconnues, mais l'empirisme a largement tendance à s'imposer lorsque que différentes disciplines interagissent dans un projet.

La question est bien de savoir si les différentes catégories de travail collectif dans la recherche scientifique, telles qu'elles sont discutées par de nombreux chercheurs sont opératoires et s'il est possible de les appliquer à l'identification de la pratique de la science en train de se faire, sans évacuer la diversité, la complexité et le flou des formes qu'elle peut recouvrir. Ce présent article constitue donc la formalisation d'un cadre d'analyse de l'interaction entre différentes disciplines au sein de la recherche en projet. Il s'agit en soi d'un travail interdisciplinaire par l'interpellation de trois disciplines distinctes et de leurs chercheurs respectifs (anthropologie, informatique et psychologie expérimentale). Après avoir posé les « tenants » du savoir « discipliné » en sciences, le travail interdisciplinaire sera présenté au travers de ses enjeux et de ses difficultés, en proposant une recension exhaustive et comparée des définitions de ces variantes. Concevoir les frontières épistémologiques comme des espaces flous d'échanges et de passages d'une grande diversité plutôt que des séparations nous amènera à prendre en compte également l'apport d'une approche *interalogique* pour étudier les interactions entre les chercheurs aux méthodes et épistémès différentes.

¹ Centre de recherche des études transdisciplinaires - CHARTE DE LA TRANSDISCIPLINARITE (adoptée au Premier Congrès Mondial de la Transdisciplinarité, Convento da Arrabida, Portugal, 2-6 novembre 1994)
<https://cirettransdisciplinarity.org/chart.php>

Qu'est-ce qu'un savoir discipliné ?

Si les chercheurs sont appelés à se défaire des entraves ou des œillères que constitueraient les disciplines (Morin, 1986 ; 2004), encore convient-il de délimiter l'influence de celles-ci sur les interactions qu'impliquent la recherche scientifique collective. En raison de son amplitude, la question de savoir ce que les disciplines sont à la science et à ceux qui la font, sera uniquement abordée dans le cas présent pour situer la tension qui s'est insinuée entre leur perpétuation institutionnelle et leur qualification de repoussoir dans la réorganisation contemporaine de la recherche en projet. Cet effort de réflexivité s'impose ici, car étudier la science, entreprendre la connaissance de la construction de la connaissance (Morin, 2008 [1986]), c'est prendre en compte un effet de complexité où l'objet et la méthode viennent à se confondre.

La discipline ne peut être univoquement définie. Nous proposons ici de survoler l'agencement entre savoir, pouvoir et institution qui la caractérise essentiellement. Selon Michel Foucault, une « discipline se définit par un domaine d'objets, un ensemble de méthodes, un corpus de propositions considérées comme vraies, un jeu de règles et de définitions, de techniques et d'instruments [...] Ce n'est pas la somme de tout ce qui peut être dit de vrai à propos de quelque chose ; ce n'est même pas l'ensemble de tout ce qui peut être, à propos d'une même donnée, accepté en vertu d'un principe de cohérence ou de systémativité. [Les disciplines] sont faites d'erreurs comme de vérités, erreurs qui ne sont pas des résidus ou des corps étrangers, mais qui ont des fonctions positives, une efficacité historique, un rôle souvent indissociable de celui des vérités. » (Foucault, 1971 p. 32-33)

C'est en ce sens que Michel Foucault voit dans une discipline scientifique un principe partagé de contrôle de la production du discours. Relatif et mobile, ce principe prend la forme d'une réactualisation continue des règles permettant de formuler indéfiniment des propositions nouvelles « A l'intérieur de ses limites, chaque discipline reconnaît des propositions vraies et fausses ; mais elle repousse, de l'autre côté de ses marges, toute une tétatologie du savoir. » (ibid.). C'est ce dont relève l'importance des controverses dans la production du savoir scientifique, mais également la « tension essentielle » de l'innovation (Kuhn, 1990 [1977] p. 307) que représente la dialogique des chercheurs entre adhésion et remise en cause des cadres. Les disciplines constituent donc des ensembles de références symboliques, axiologiques et normatives (Kuhn, 1972).

Cela ne doit cependant pas occulter leur dimension institutionnelle, car les disciplines se sont également imposées comme les structures élémentaires de l'organisation du travail scientifique. Ainsi, il est possible de rapprocher les disciplines de la manière dont Foucault a conceptualisé la discipline dans un sens élargi et socio-historique en rapport aux formes prises par le pouvoir en Occident dans le cadre de ses travaux sur la surveillance. La discipline est une technique de pouvoir

fondée sur la prescription (qu'il différencie de la sécurité qui repose sur la régulation). Elle procède par des effets de clôture et de quadrillage qui respectivement délimitent le champ d'action des individus et les répartit selon leur fonction avec pour finalité de régir la mise au travail des corps hiérarchisés selon leur performance. Si Foucault (1975) identifie la discipline avant tout par ses espaces (prison, asile, école, couvent, usine...), elle peut, par analogie, se référer aux disciplines scientifiques telles qu'elles sont instituées, dans l'encadrement qu'elles imposent au savoir et à son apprentissage. Klein (1990, p. 77) en reprenant des auteurs comme Handlin (1978), Milgram (1969), Campbell (1969), Friedman (1984) qualifie en sus la discipline comme une « propriété privée », une « île forteresse » délimitée par ses patrouilles aux frontières et ses « avis d'interdiction d'accès » avec un jargon de spécialiste tel un schibbloleth². En ce sens, l'université peut être vue comme le lieu de cette discipline des disciplines au sens où, selon Gusdorf, elle se caractérise par le cloisonnement du savoir selon un régime cellulaire (1968, p. 1088) ou même de manière plus provocante, selon le siège de région balkanisée de principautés de recherche (Dubin, 1968 cité par Klein, 1990).

Le dernier aspect à prendre en compte dans ce survol de ce que les disciplines sont à la science est bien leur nature de parties dans un tout. Les disciplines sont pensées comme une répartition des tâches dans un programme général, encyclopédique, de cartographie du réel. Elles en représentent en quelque sorte le cadastre et se doivent donc idéalement d'être cohérentes et complémentaires (Fabiani, 2006). Les disciplines encadrent ainsi doublement le savoir dans sa production et sa communication, d'une part, dans une articulation objet, méthode et programme qui fait consensus en leur sein, et d'autre part relativement à la structuration de l'organisation du travail scientifique, telle qu'elle est instituée.

Sur la base de cet aperçu, on comprend pourquoi les travaux sur l'interdisciplinarité s'orientent largement sur une dénonciation de l'organisation de la science en disciplines et les écueils de la compartimentation, l'institutionnalisation et la spécialisation de la connaissance (Rapport OCDE, 1972³). Peut-être convient-il cependant de préciser que ce n'est pas la particularité de la science d'être réductionniste, car il s'agit d'une caractéristique générale du savoir humain. L'anthropologie, à ce sujet, a depuis longtemps montré que tout savoir, quelle que soit la société, a pour caractéristique essentielle de « relier les idées entre elles et d'unifier la connaissance » (Durkheim et

² Signe de reconnaissance; usage particulier d'un groupe

³ Rapport OCDE intitulé *Interdisciplinarity: Problems of teaching and research in universities*, Leo Apostel et al. (dir.), Paris, Organization for Economic Cooperation and Development

Mauss, 1903, p. 66-67), dans une dialogique⁴ de diversification (classification) et d'unification (Morin, 2008 [1986]), ce qui a deux conséquences. D'une part, le savoir prend la forme d'un ordonnancement du monde et d'une explicitation de la place des humains et des groupes humains en son sein (c'est ce qui lie savoir et savoir-faire, organisation du monde et organisation du social). D'autre part, connaître le monde, c'est l'amoindrir, l'appauvrir (Lévi-Strauss, 1966, p.346-347). De la même manière que le langage avec lequel il est intrinsèquement lié, le savoir procède à des distinctions, des contrastes, des oppositions et des associations, bref, à des choix dans les manières de saisir le réel. Il faut ici souligner que, de la même manière que le langage peine parfois à rendre compte exactement de ce que l'on veut signifier, les agencements du monde sont rendus perméables et mouvants par le doute et l'incertitude qui caractérisent en premier lieu le rapport au réel (Morin, 1999). Le savoir existe ainsi dans une relation dialogique à l'ignorance, au non-savoir et à ce que l'on pense ne pas pouvoir savoir.

Cette ambiguïté du savoir est celle de la représentation, que l'on peut résumer au rapport entre carte et territoire. Tout en sachant que la carte n'est pas le territoire, qu'elle le représente de manière imparfaite et orientée, c'est bien le territoire que notre regard y discerne. Toute classification du monde entrevoit donc l'existence de ses limites. Cela vaut pour tout savoir et *a fortiori* pour la science. La philosophie des Lumières elle-même portait cette ambivalence dans son programme d'exhaustivité encyclopédique de la connaissance. A propos de la classification des animaux, prélude à la taxinomie du XIXe siècle, Diderot écrit ainsi de la démarche du savant : « il les coupe dans les endroits de la chaîne où les nuances lui paraissent trancher le plus vivement ; il se garde bien d'imaginer que ces divisions soient l'ouvrage de la nature » (Diderot, 1751-1775 p. 471).

Ainsi comme tout autre régime de savoir, la science opère un ordonnancement du réel, dont la catégorisation (par discipline, mais également en se différenciant d'autres catégories : l'art, la religion...) est réductionniste. Cependant, dans de nombreuses sociétés, le savoir se fonde moins sur un cadastrage du monde ou de la nature, comme une chose en elle-même, que sur des mises en relation. La connaissance traite d'abord de ces relations des êtres au monde. Or, en privilégiant le découpage, la science a tendance à occulter la dimension d'interconnexion et de complexité du réel.

Relativement au travail collaboratif en science, cet ordonnancement par séquençage a de multiples conséquences sur la recherche telle qu'elle se fait, par exemple, au sein du laboratoire comme espace de fabrication des faits scientifiques par l'expérience (Latour et Woolgar, 1979). Pourtant, comme le rappelle Gringas et Heilbron (2015) l'étude des disciplines, thème majeur de l'histoire, la

⁴ La dialogique se définit pour Morin (2008) comme une "unité complexe entre deux logiques, entités ou instances complémentaires, concurrentes et antagonistes qui se nourrissent l'une de l'autre, se complètent mais aussi s'opposent et se combattent."

sociologie et la philosophie des sciences durant une grande partie du XXe siècle, a été abandonnée, voire rejetée par les *science studies* dans leur focalisation sur les pratiques effectives de la recherche et des interactions sociales. Dans cette application de l'interactionnisme ethnométhodologique à la microsociologie, la lecture institutionnelle a été évacuée. Les disciplines et leurs mises en relation représente pourtant une dimension essentielle de la recherche : « rendre raison d'une pratique sociale spécifique implique la prise en compte de ce qui n'apparaît pas immédiatement dans les observations ou les entretiens et qui forme en quelque sorte le cadre de l'action : la structure de l'espace en question, la distribution inégale des ressources, les rapports de force qui en découlent ainsi que les stratégies mises en œuvre par les agents pour les subvertir ou les conserver. » (Ibid. p.8)

Nous abordons ici les premières échelles de complexité de notre objet. Au-delà de leur structuration institutionnelle d'évaluation et de transmission, les disciplines sont des ensembles flous. Comme le souligne Vinck (2000), une discipline est davantage délimitée par des facteurs, comme la transmission (enseignement, publication) et la reconnaissance (évaluation et recrutement par les pairs), qu'elle ne représente un tout strictement homogène. Surtout, en termes de domaines de connaissances, aucune discipline ne semble en être vraiment une. Par exemple, selon Passeron (1991) le consensus axiomatique de la sociologie est trop faible pour quelle puisse réellement être qualifiée de discipline à part entière. Moins tour d'ivoire que « caravansérail » (Abbott, 2006 [2001]), la sociologie, est aussi bien propice aux échanges avec les autres disciplines qu'à une puissante parcellisation⁵.

Le doute se pose également à propos de l'informatique, pour laquelle Breton (1987) souligne le paradoxe d'un « domaine qui réclame plus que tout autre précision et rigueur dans la définition des termes », mais où la certitude de participer à une entreprise commune résiste à l'absence de consensus parmi les informaticiens eux-mêmes, pour le définir. Certains lui accorde le statut de discipline, considérant que l'informatique s'est frayé une place entre les autres sciences en comblant un vide grâce à son domaine d'application. D'autres y voient une nouvelle méthodologie transversale permettant pour toute discipline de repenser ses problèmes. Mais elle est également envisagée comme la prémisse d'une révolution de la science et de notre appréhension du savoir en général, rendant la notion même de discipline obsolète. La chimie également, qui pourrait être perçue comme un parangon de ce qu'une discipline devrait être, est traversée par le doute : est-elle une vraie discipline ou une branche de la physique ? (Vinck, 2000 p. 47). Piaget (1972) pose la

⁵ La transformation des disciplines en *studies* peut être rapprochée au passage civilisationnel avancé par Deleuze (2018[1990]) entre les sociétés de « discipline » aux sociétés de « contrôle », du « chacun sa place » à la maîtrise des flux.

problématique des sciences psychologiques en ces mêmes termes par la démonstration que la psychologie est en bonne partie biologique et également souvent considérée comme une science naturelle que comme une science de l'homme.

La discipline scientifique est donc un objet difficile à saisir. Entre tous ces aspects parfois contradictoires, comment convient-il de l'aborder ? On pourrait considérer qu'il s'agit de « mondes simplifiés » de la science, tels que les anthropologues cognitivistes en identifient dans de nombreux contextes sociaux (D'Andrade, 1992). Il s'agit en ce sens de structures interprétatives réductionnistes, qui orientent la compréhension, facilite l'inférence et organise la connaissance au sein d'un groupe. Le sens d'un mot par exemple n'est pas réductible à la définition qu'en donnent les acteurs (Fillmore, 1975)⁶, car les subtilités relatives à son usage (contexte, subjectivité...), forment un ensemble de codes partagés et implicites. Or, c'est l'un des premiers constats que font les chercheurs venant de différentes disciplines - c'est-à-dire en dehors de ces « mondes simplifiés » - une incompréhension certaine naît de mots communs dont l'emploi pourtant diffère (voir tableau 4 *supra*). Une des premières démarches entre chercheurs peut ainsi être de confronter les sens des termes qu'ils emploient pour aboutir à une compréhension commune ou pour le moins à en soulever le caractère problématique (Jollivet, 1992). Cela dit, comme le souligne Vinck (2000), l'effort et le temps consentis pour élaborer au préalable d'un projet un vocabulaire commun réduit fortement les chances que le projet voit réellement le jour.

L'enjeu de l'interdisciplinarité né de cette tension que représente l'inadéquation entre le découpage disciplinaire qui organise la recherche et la nécessité, identifiée par de nombreux chercheurs, de lier les parties au tout et le tout aux parties (Morin, 2004). Il demeure un sentiment largement partagé quant à la difficulté de travailler entre et au-delà des disciplines. Les cloisonnements résistent aussi bien, car les méthodes, objets, théories et outils, s'avèrent différents et suscitent l'incompréhension, mais également, car ils peuvent être trop proches et ainsi représenter des désaccords concurrentiels, du même ordre que les controverses intradisciplinaires. Néanmoins, les frontières entre les disciplines tendent à restreindre les modalités de leur résolution.

L'interdisciplinarité ne nécessite pas seulement de relier les disciplines, elle implique également de remettre en cause le découpage qu'elles représentent et qui ne peut être résolu par leurs emboitements, mais par l'enrichissement de leurs frontières. Cela requiert une position réflexive des chercheurs envers leur propre discipline ce qui peut s'avérer ardu. Or c'est d'abord, les biais, la simplification que l'on a tout à fait intégré pour sa discipline qui nous saute aux yeux chez l'autre.

⁶ L'exemple donné, sur un ton humoristique qu'il est tout à fait incongru de qualifier le pape de célibataire endurci alors que cette définition correspond à son statut. Les subtilités que nous rattachons aux deux termes les éloignent, ce que quelqu'un qui ne serait pas familier avec le catholicisme ne percevrait pas forcément.

Comprendre de quelle manière cette simplification est opérée aussi bien dans sa discipline que dans les autres, et comment malgré tout les rapprocher, est là le grand défi de l'interdisciplinarité. D'une part, elles ne sont pas toutes « disciplinées » de la même manière. Cela s'explique par ces décalages de méthodes, objets, théories voire d'organisation du travail (plus ou moins hiérarchisée), mais aussi par leur appréhension du déroulement d'un projet. C'est tout au long du processus de la recherche que les rapprochements ont le plus de chances d'émerger lorsque les difficultés et les incompréhensions expérimentées impliquent des débats et des remises en cause qui permettent aux chercheurs de toucher du doigt non seulement les différences, mais également de créer des ponts entre mondes simplifiés. D'autre part, il ne faut pas essentialiser leur influence : les modalités des interactions entre les disciplines sont aussi diverses que les chercheurs qui les endossent et sont relatives aux projets et aux objets au sein desquelles elles opèrent. Quelques grandes tendances peuvent être cependant tracées.

A ce titre, Vinck (2000) propose un exemple éclairant, à partir de l'étude de Cramagnat (1996) sur les divergences au sein d'un projet interdisciplinaire entre sociologues et ingénieurs. Les ingénieurs concernés abordent le projet de recherche comme un objectif à atteindre en décomposant le problème posé en étapes d'accomplissement. Chaque étape résolue devient un acquis. Les principaux obstacles sont matériels. Ce sont d'abord eux qui obligent les chercheurs à repenser l'échelle du projet, les étapes à venir, ou la conceptualisation des prochains projets similaires.

Les sociologues (mais c'est un trait qu'il partage avec les anthropologues et les historiens et provient de la problématisation philosophique) ne considèrent pas la formulation du projet et la définition de sa problématique comme acquises. C'est d'abord la description, l'analyse et la compréhension du problème, c'est-à-dire la déconstruction de l'objet, qui les interpelle. Celui-ci n'est pas encore traduisible pour soutenir la recherche des ingénieurs. Les enquêtes qualitatives et quantitatives qui s'ensuivent ne sont pas perçues comme des étapes résolvant des sous-problèmes, ce sont des approximations, des remodelages qui façonnent progressivement les conclusions finales. Les processus de production des connaissances scientifiques divergent donc en de multiples points qui ne sont pas a priori explicites entre les disciplines. La temporalité est différente au point que les sociologues devraient démarrer le projet bien avant les ingénieurs. Dans les deux cas, l'objectif initial n'est qu'une visée, mais c'est bien la définition du résultat scientifique qui diverge, moins par sa nature que par la pertinence du processus qui y amène. Il est possible d'aborder ce problème par l'épistémologie, et en particulier à partir des travaux qui interrogent la relation entre science et technologie. Pour Bunge (1979 p. 209-211), la principale différence tient à leur approche du réel : l'ingénieur conçoit des objets qui n'existent pas, il produit de l'artificiel, alors que le savant cherche

à comprendre ce qui existe. Ce dernier tente d'identifier des lois, alors que les techniques reposent d'abord sur des règles (Bunge, 1966).

Pour Agassi (1974), si les théories sont vraies tant qu'elles résistent à la falsification popperienne, ce critère ne concerne pas les sciences appliquées ou technologiques où c'est la validité du procédé qui importe. Le fonctionnement⁷ de la technologie est en soi une finalité (Bunge, 1979), même lorsque que l'on ne comprend pas les lois qui sous-tendent le processus (c'est le cas par exemple de l'opacité des réseaux de neurones artificiels en IA). Pour Agassi, alors que les sciences sont cumulatives et la connaissance s'accroît, la technologie est sélective et elle n'est transmise que si elle est jugée la plus adaptée, ou la plus efficace.

On pourrait alors penser que les sciences de l'ingénieur se contentent d'être des sciences appliquées, au sens où elles éprouvent des théories dans le cadre restreint d'un problème à résoudre. Mais, les sciences de l'ingénieur ont leur propre recherche fondamentale, leurs théories et leurs concepts, portant sur les objets techniques. Elles ne sont pas de simples dérivées des autres disciplines. En réalité différencier radicalement savant et ingénieur est illusoire étant donné que le savoir n'est pas recherché sans finalité. Entre sciences et sciences de l'ingénieur les différences sont ainsi bien souvent moins des dichotomies indépassables que des orientations privilégiant le savoir ou son utilisation (Vinck, 2000), la compréhension des phénomènes ou leur maîtrise. Pourtant, même lorsque des disciplines appartiennent à un même champ de savoirs (Resweber, 2000) et partagent un même objet, elles ne s'entendent pas forcément, au contraire, car les dispositifs par lesquels elles abordent cet objet diffèrent voire s'excluent mutuellement. Par exemple, concernant l'étude du savoir (dont l'étude de la science est un sous domaine), Adell (2011 p. 10-13) relève les approches divergentes entre l'histoire, la philosophie, la sociologie et l'anthropologie qui interrogent respectivement l'origine, la nature, la constitution et la transmission, et enfin le contexte et les enjeux sociaux de l'énonciation du savoir. On identifie immédiatement la complémentarité des différentes approches, on entrevoit l'intérêt de leur convergence et pourtant celle-ci reste à faire, car la méthode pour les associer reste à inventer.

Comment dans ce cas, appréhender le travail scientifique impliquant plusieurs de ces « mondes simplifiés » en dialogue ? Comment appliquer les théories (qui sont aussi des manifestes) sur le travail collaboratif et ses objectifs à l'étude de la science en train de se faire ? Ceci nécessite tout à la fois de s'appuyer sur une classification des modes opératoires et en même temps de la dépasser du fait qu'une science en train de se faire ne s'inscrit pas uniquement dans des ressorts structurels, mais aussi dans des dimensions humaines, sociales et psychologiques qui retournent quant à eux de

⁷ On remarquera que le fonctionnement suffit rarement au développement d'une technologie qui doit être adaptée et orientée à des usages sociaux, commerciaux et industriels.

ressorts plus dispositionnels. Ces dimensions rendent la structure fluctuante dans son fonctionnement et également dans la manière dont les chercheurs mobilisent/usent de ces propres catégories de définitions de leur travail collaboratif.

Structuration et fonctionnement des formes de collaborations scientifiques

Poly-, multi-, pluri-, inter-, trans-, méta-... Comment déceler dans ces préfixes, les différences nécessaires à une typologie cohérente pour identifier le travail scientifique et le rapport que les disciplines entretiennent entre elles et elles-mêmes ? Quelques repères peuvent être esquissés à l'appui d'un tableau ci-dessous qui se propose de présenter l'ensemble des formes qui peuvent être considérées structurelle, fonctionnelle et dispositionnelle.

Dimen-sions	Formes	Définitions	Références
STRUCTURELLE	Ante-disciplinaire	Phase avant de devenir une discipline.	Eddy, 2005.
	Pré-disciplinaire	Constitue un noyau de connaissance flexible qui peut être utilisé par plusieurs disciplines et qui est nécessaire à l'interdisciplinarité et la transdisciplinarité.	Montoto & Mead, 2009
	Post-disciplinaire	Reflète l'insatisfaction et la reconnaissance des limites des disciplines pour aborder les questions du monde réel. Ce n'est pas une attaque ou une destruction de la discipline mais un effort pour transcender les limites de la discipline.	Waisbord, 2019
	Mono-disciplinaire	Étude d'un objet par une seule discipline.	Resweber, 2000
	Omni-disciplinaire	Etude d'un objet qui ne se limite pas à un nombre de discipline mais à l'ensemble de toutes les disciplines.	Ashworth, 2010 Klein, 1990 Gilman, 2003
	Multi-disciplinaire	Juxtaposition additive et non intégrative de plusieurs disciplines. Ce "plus" n'est qu'au service de la discipline d'origine. Il n'y a pas d'enrichissement mutuel des disciplines. Une pseudo interdisciplinarité de façade.	Klein, 1990 Nicolescu, 2005 Morin, 2003 Vinck, 2000
	Pluri-disciplinaire	Plusieurs disciplines travaillent autour d'un même objet proposé par une discipline. Inter-champ communicationnel avec alternance de perspective.	Resweber, 2000
	Inter-disciplinaire	Une stratégie d'interpellation, de confrontation et de conflit qui se résout lorsque des transferts de méthodes, de concepts et d'outils s'opèrent.	Piaget, 1972 Resweber, 2000
	Néo-disciplinaire	L'interdisciplinarité conduit à une nouvelle étape, une transition vers une nouvelle discipline qui conserve les traces de ses origines et exige une formation nouvelle et complète de ceux qui la pratiquent.	Benoist, 2016
	Trans-disciplinaire	Hors champs, par-delà, au travers, entre les disciplines avec création de nouveaux cadres de savoirs et un impératif d'unité de la connaissance.	Resweber, 2000 Nicolescu, 1996
FONCTIONNELLE	Méta-disciplinaire	Position dialogique, de la discipline, d'ouverture et de fermeture, de conservation et de dépassement.	Morin, 2003
	Supra-disciplinaire	Position disciplinaire qui se voudrait au-dessus de toutes les autres de par sa position transdisciplinaire. Forme de prétention disciplinaire.	Lenoir, 2003
	Cross-disciplinaire	Une étape intermédiaire entre le multi- et interdisciplinaire qui implique une « force brute » pour réinterpréter les concepts et objectifs d'une discipline et imposer une polarisation rigide à travers les disciplines.	Jantsch, 1972
	Poly-disciplinaire	Une discipline développe par la poly-compétence de ses chercheurs une étude élargie, plus complète de son objet.	Morin, 1999
	Eco-disciplinaire	Écologiser les disciplines en tenant compte des dimensions contextuelles, culturelles, sociales... dans lesquelles elles naissent, posent problème, se sclérosent, se métamorphosent.	Morin, 1999
	Auto-disciplinaire	Comment les disciplines se contrôlent elles-mêmes.	Fremantle, 2018
	Intra-disciplinaire	Fait référence aux interrelations à l'intérieur d'une même discipline.	Lenoir, 2003
	Infra-disciplinaire	Renvoie à des micro-règles comportementales de nature informelle, une organisation appropriée au contexte.	Giallocosta, 2008
	Dé-disciplinaire	Renvoie à une destruction de la discipline	Mitchell, 1994
	Ex-post-disciplinaire	Attente et anticipation des résultats, des bénéfices et des impacts avec une effectivité escomptée qu'après la recherche entreprise	Darbellay et al., 2018 Bessière & Gojard, 2004

	Ex-ante-disciplinaire	Elaboration, argumentation et formulation au préalable de la mise en oeuvre.	Darbellay <i>et al.</i> , 2018 Bessière, & Gojard 2004
	Anti-disciplinaire	Consiste à se positionner entre les disciplines et non contre afin de faciliter l'émergence de nouvelles idées.	Ito, 2017 Chen & Luetz, 2020.
DISPOSITIONNELLE	Extra-disciplinaire	Renvoie à « Avoir l'œil extra-disciplinaire ». Ouverture à d'autres disciplines.	Morin, 1999
	In-disciplinaire	2 niveaux : i. Comprendre la complexité en incluant et dépassant toutes les disciplines ; ii. Accepter l'inconfort, les contraintes et faire des pas de côté disciplinaires.	Morin, 2003 ; 2005.
	Non-disciplinaire	Suspendre temporairement les régimes et pratiques disciplinaires afin de développer une recherche créative: un acte libérateur. Peut renvoyer aussi au chercheur rapatrié dans son ancienne discipline révolutionné ou qui établit une nouvelle discipline.	Kupers, 2014
Autres: formation	Co-disciplinaire	Au niveau scolaire, renvoie à la synergie de différentes connaissances venant de plusieurs disciplines pour répondre à une question d'étude.	Chevallard, 2004
	Circum-disciplinaire	Ce qui entoure. Au sujet de la formation, ne pas la réduire au savoir mais se référer à la pratique.	Lenoir <i>et al.</i> , 2006
	Pseudo-interdisciplinaire	En formation, traiter un thème en se servant de lui comme prétexte et seul fil conducteur à un enseignement cloisonné des disciplines scolaires.	Lenoir <i>et al.</i> , 2001 Roy <i>et al.</i> , 2019

Tableau 1 : Présentation des différentes formes et conditions de travail collaboratif entre disciplines scientifiques

Cette multitude de définitions traduit aussi bien la variation des formes que peut prendre la collaboration entre chercheurs de différentes disciplines que les difficultés qu'il y a à identifier des modalités stables et générales que ce soit pour des contextes de recherche, que d'enseignement. Certaines définitions portent sur la forme prise par les interactions entre chercheurs, alors que d'autres, davantage historiques, caractérisent l'évolution et les transformations de la science (apparition de disciplines, réorganisations, influence des technologies sur la recherche, rapport public/privé). Quelques commentaires s'imposent donc pour comprendre les nuances et recoupements qu'expriment ces notions car leur profusion peut être déconcertante.

Tout d'abord, l'**antedisciplinaire** qualifie les processus préalables à la constitution d'une discipline, alors que le **postdisciplinaire** représente l'insatisfaction qui pousse à l'ouverture et au dépassement de sa discipline. La **monodisciplinarité**, c'est-à-dire la recherche cantonnée au sein d'une seule et même discipline, trouve sa première brèche dans la **polydisciplinarité** (Morin, 1999). Celle-ci rend compte de l'élargissement des compétences des chercheurs vers des méthodes et concepts d'autres disciplines. A l'opposé du monodisciplinaire, se trouve l'**omnidisciplinaire** qui voudrait que l'étude d'un objet soit réalisée par l'ensemble des disciplines (Klein, 1990).

La **pluridisciplinarité**, quant à elle, caractérise l'étude d'un objet issu initialement du domaine d'une seule discipline, par plusieurs disciplines à la fois, sans que celles-ci se départissent toutefois de leur point de vue disciplinaire (Nicolescu, 1996, Resweber, 2000). C'est ici que cela se complique. Les anglophones utilisant peu le préfixe pluri-, c'est celui de multi- qui s'est plus largement diffusé. Mais la relation entre les deux termes n'ait jamais été réellement explicitée.

D'une publication à l'autre, on peut penser que pluridisciplinarité et multidisciplinarité sont des notions interchangeables, néanmoins, la définition qu'en donne Klein (1990, 2011), l'en différencie. Selon elle, une perspective **multidisciplinaire** représente la présence de plusieurs disciplines, sans enrichissement mutuel, sans interaction entre elles, comme on peut l'observer dans la planification par matières de nombreux cursus scolaires. Ainsi, la définition que nous venons de donner de la pluridisciplinarité, lorsqu'elle n'est pas dénommée dans les publications anglo-saxonnes, est identifiée à un premier stade d'interdisciplinarité. Un deuxième stade avant l'interdisciplinarité serait la **crossdisciplinarité** qui agit comme "une force brute" pour réinterpréter les concepts d'une discipline malgré une polarisation toujours présente dans sa discipline (Jantsh, 1972).

L'**interdisciplinarité** est caractérisée par l'interpellation des cadres méthodologiques, la reconnaissance des limites respectives et leur transfert pour avancer dans la construction du savoir dont il est question (Resweber, 2000, Nicolescu, 1996). Selon Waisbord (2019), la **prédisciplinarité** constitue la flexibilité nécessaire pour envisager l'interdisciplinaire. L'emploi du terme d'interdisciplinarité est une source majeure de confusion. Il qualifie le champ d'étude portant sur la collaboration scientifique dans son ensemble, mais également de manières plus restrictives, l'une de ses formes de rencontre. Pour notre part, nous avons ainsi choisi d'associer à la première acception une majuscule pour la différencier, mais l'ambivalence entre les deux au sein des travaux a favorisé le développement de deux voies parallèles d'approfondissement, rarement distinguées. Il y a d'une part la prolifération des préfixes, qui renvoie, comme dans le tableau ci-dessus à une logique typologique et d'autre part, la multiplication des adjectifs qui viennent qualifier les variantes de l'interdisciplinarité. Or ces deux voies sont clairement perméables, elles s'empruntent mutuellement des notions, et se réoccupent bien souvent. Nous développerons plus particulièrement les multiples adjectifs de l'interdisciplinarité (encyclopédique, restrictive, linéaire, structurelle...) dans la partie suivante (*supra. Dépasser les catégories*).

La coopération scientifique entre disciplines peut prendre également une forme radicalement politique. C'est dans cette optique que les différentes formes de dépassement des frontières disciplinaires dans les années 1980-1990 aux États-Unis sous les termes de **dédisciplinarité**, **antidisciplinarité**, relevaient de la mise à bas des structures scientifiques de domination pour repenser de manière critique la science et sa place dans la société. Il s'agissait de repenser le savoir en déconstruisant les obstacles sociaux, institutionnels et politiques. Dans cette perspective, « dédisciplinariser » signifie déconstruire son champ disciplinaire d'appartenance (Mitchell, 1994 ; Parker, 2009), quant à l'**antidisciplinarité**, elle se positionne au-dessus et à travers les disciplines tout en se proposant d'investir les espaces vides entre les disciplines sans aller à leur rencontre, mais en étant à la recherche d'idées novatrices où tout autant la réussite que l'échec sont acceptés (Ito, 2017). Ce type de remise en cause de la structuration des sciences en disciplines, qui a vu

l'émergence de « studies », est parfois désigné dans la littérature anglo-saxonne comme relevant de la transdisciplinarité.

Cependant, dans son sens plus classique la **transdisciplinarité** a pour finalité la compréhension du monde présent dans toute sa complexité ainsi que l'unicité de la connaissance (Morin, 1990b, Nicolescu, 1996). Elle représente en quelque sorte ce "hors champs" qui permet l'émergence de nouveaux cadres de savoirs intégrant les interprétations préalablement discutées séparément par chaque discipline (Resweber, 2000). Une telle visée idéale peut apparaître pour certains empli de prétention de par sa position **supradisciplinaire** (Lenoir, 2003). Elle a aussi tendance à évoquer un savoir intégral et ainsi tendre à des considérations de type sotériologiques (Stoczkowski, 2011), initiatiques, voire mystique comme chez Nicolescu (1996) ou Proulx (2013). Au-delà d'une définition stricte comme une étape ou une forme de collaboration semblant parfois trop idéalisée, la transdisciplinarité peut également se lire comme une volonté d'aller au-delà de l'interdisciplinarité qui se cantonne à une coopération d'ordre méthodologique et conceptuelle avec la perspective d'un rapprochement épistémologique. A ce titre l'interdisciplinarité relève plutôt d'une recherche en projet, alors que la transdisciplinarité indique la volonté de repenser la constitution du savoir ou de domaines de savoirs eux-mêmes, de manière non-contingente. Néanmoins, ce phénomène a tendance à produire de nouvelles disciplines, même si celles-ci sont davantage des « caravansérails » que des « silos ». Autre nuance, la **métadisciplinarité** constitue un mode totalement intégratif qui s'inscrit dans une position de dépassement mais également de conservation des ancrages disciplinaires (Morin, 2003); un positionnement dialogique (Morin, 1986) des disciplines.

Dispositions à la coopération entres sciences

Si l'on s'intéresse à l'observation et l'analyse des formes de collaboration scientifique à partir d'un terrain d'enquête, il est indispensable de comprendre comment ces définitions se matérialisent et s'incarnent afin que leur caractère théorique ne les rende pas inopérantes. A ce titre, on peut considérer que les définitions du tableau (tableau 1) renvoient à différentes modalités de coopération qui peuvent varier dans le temps et en fonction des échelles considérées (une équipe peut avoir une collaboration à part de celle du projet auquel elle participe). Elles peuvent être plus ou moins instituées et plus ou moins contraintes en fonction des organismes auxquels elles sont attachées (universités, unité mixte de recherche-UMR, Instituts, etc.).

Mais, afin d'identifier les principaux registres des interactions entre disciplines, les formes de coopérations entre acteurs ne peuvent être réduites à ces aspects organisationnels. Une grande part, nous l'avons vu, dépend de démarches et de positionnements personnels. Elles sont un repère, une

modalité de fonctionnement de l'ordre du dispositionnel. Les registres psychologiques (psychosociologiques, émotionnels) renvoient à tout ce qui peut se jouer dans les interactions et sont liées au registre éthique (Lucas, 2011) c'est-à-dire aux valeurs en partage, autant au niveau épistémologique qu'humain.

Le travail collaboratif scientifique convoque tour à tour ou même simultanément ces dimensions au travers de la communication (verbale, non verbale ou écrite) (Mondada, 2005) et il n'est pas rare de percevoir des inconforts individuels ou collectifs dus à l'inertie des avancées, aux acculturations nécessaires, aux changements multiples et à leurs résistances (Lewin, 1991), voire même des conflits (Folger & Poole, 1984). Le manque de prise en compte de ses enjeux sous-jacents, peuvent générer bien évidemment des difficultés à la réalisation des projets. Combien de chercheurs se découragent à travailler en interdisciplinarité invoquant des aspects « chronophages », « énergétivores » ou improductifs, etc.? Entre *locus* de causalité externe (Weiner, 1985a), problèmes de développement des savoir-être en collectif (Bellier, 2008), individualisme contemporain et altruisme indolore (Lipovetsky, 1983 ; 1992), ou perte de la maîtrise du temps par rapport à une nécessaire *slow science* (Candau & Gallivet, 2014)... ce sont autant d'obstacles qui rendent floues les frontières entre les formes de collaboration et qui peuvent conduire un travail initialement inscrit dans une volonté d'interpellation, de constructions de nouveaux savoirs, à rétrograder à une collaboration pluridisciplinaire.

S'engager dans une démarche interdisciplinaire implique donc des dispositions psychologiques et éthiques. Armstrong (1980), Bromme (2000) et Repko (2008) considèrent que certaines dispositions favorisent l'interdisciplinarité. Il s'agit d'être fiable, ouvert, flexible, patient, résilient, sensible aux autres, de posséder une pensée divergente, de la curiosité, du courage, de la modestie, capable de prendre des risques, de préférer la diversité et le travail collectif au travail solitaire, d'être animé de la volonté d'apprendre, d'être capable de se subordonner aux autres opinions, et d'être doté d'un sens de l'initiative, de capacité d'affirmation de soi, de compétences interpersonnelles et d'une tolérance à l'ambiguïté et au paradoxe. Autant de posture et de disponibilités au sens de l'*hexis* (Rosa, 2018) qui facilitent le travail interdisciplinaire et donnent la dimension complexe à l'Interdisciplinarité.

Ces multiples dimensions peuvent être dans certains cas rapprochées de catégories dispositionnelles propices à la coopération entre disciplines. Ainsi, l'**extradisciplinarité** cet élan de curiosité (voir tab. 1) avec l'**indisciplinarité**, qui pousse le chercheur à transgresser les frontières de sa propre discipline, le porte à mener à bien un travail en interaction fertile, qu'il soit de l'ordre de la poly-, inter- ou transdisciplinarité. Un besoin d'émancipation peut se faire sentir dans les quêtes intellectuelles des chercheurs face aux limites de leurs disciplines d'origine (Armstrong, 1980), et le

rendre **nondisciplinaire**, mais également relativement à des engagements citoyens ou militants. Cela renvoie plus largement à la dimension fonctionnelle **écodisciplinaire**, qui pour sa part implique de ne plus appréhender la discipline uniquement du point de vue théorique mais également de façon située et incarnée, au sein de son contexte socio-historique (Varela, Thompson & Rosh, 1993 ; Morin, 1999, 2003).

Mais, s'il s'agit également d'étudier l'Interdisciplinarité, l'élément supplémentaire de complexité à prendre en compte est l'écart entre la manière dont les chercheurs identifient leur démarche de travail collectif et sa concrétisation. Cela renvoie également au positionnement des acteurs par rapport aux enjeux du label « Interdisciplinarité » lui-même, comme la possibilité d'affirmer qu'une publication est interdisciplinaire du seul fait qu'elle comporte des contributions de différentes disciplines, sans réflexion entre elles, où à l'inverse la difficulté pour les chercheurs de qualifier la forme qui caractérise leur projet collectif. Car, en pratique, que ces appellations soient utilisées par défaut ou à dessein, les programmes auxquels participent les chercheurs ne s'organisent pas *de facto* (ou très rarement) selon la structuration annoncée, avec la plupart du temps des approches dites interdisciplinaires qui s'avèrent pluri- ou crossdisciplinaires (Jantsch, 1972) ou autres encore.

Qu'il s'agisse de prendre en compte la variabilité des dimensions structurelles, fonctionnelles ou dispositionnelles du travail scientifique collaboratif, nous voici tout à la fois en présence de définitions des formes du travail scientifique utiles mais réductrices, afin de rendre compte des possibilités pratiques de la science à dépasser les disciplines qui la structurent mais la contraignent également. Ce sont donc tout autant les "zones mitoyennes" du travail collaboratif (Resweber, 2000) qu'il convient de prendre en compte que la manière dont celui-ci est ordonné et classifié.

Dépasser les catégories, intégrer le flou

En cherchant à relier ainsi les différentes catégories en usage pour qualifier les formes de travail entre disciplines, on comprend vite qu'un tableau récapitulatif peut donner une image faussement encapsulée des réalités qu'elles doivent expliciter. Les projets scientifiques sont des configurations mouvantes dans des contextes institutionnels qui se transforment eux-mêmes. Ceci explique sans doute que les différentes typologies et formalisations proposées par les chercheurs se recoupent et peuvent rendre compte des points de passage d'une forme de collaboration à une autre.

L'Interdisciplinarité peut d'une part être appréhendée comme progressant par stades, comme le propose Piaget au niveau du raisonnement (1963), suivant des processus d'évolution qui lui apporte des caractéristiques différenciées selon sa maturité dans la rencontre avec les autres disciplines. Pour détailler encore cette question, on peut se référer aux dix stades proposés par Sjölander (1985

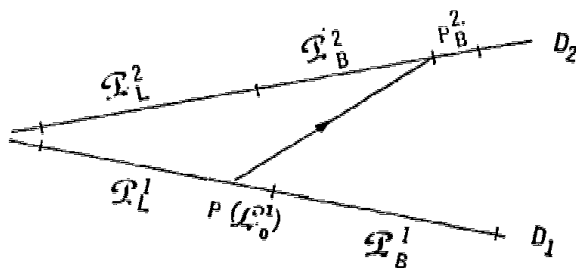
reproduit dans Klein 1999) qui selon notre tableau (Tab1) commencerait en multidisciplinarité pour aboutir à l'interdisciplinarité, c'est-dire le spectre au sein duquel évolue la grande majorité des collaborations scientifiques.

Stades	Caractéristiques ou Opérationnalisations
1	Présenter son travail (workshop, groupe large)
2	Première détection des divergences : dénigrement des autres points de vue
3	Se réfugier dans l'abstraction afin de trouver un socle commun
4	Se mettre d'accord sur des définitions (au risque d'exclure de nouveaux membres)
5	Les participants peuvent concentrer leurs discussions sur des domaines spécifique de convergences : méthodes, outils, approches (inductive, déductive), théorie, sautant de l'un à l'autre.
6	Phase d'émulation où les croisements s'imaginent et peuvent s'avérer fantaisiste, irréaliste...
7	Effet du mur du réel. Les chercheurs font face au peu d'avancée et au temps dépensé.
8	Les participants mesurent leur changement de perspective envers la recherche scientifique et leur discipline.
9	Apprendre de nouvelles disciplines pour comprendre les manières de penser et de chercher de ses collègues.
10	Début d'une réelle coopération [inter-]

Tableau 2: Les stades de développement de l'interdisciplinarité par Sjölander (1985)

D'autre part l'interdisciplinarité peut rendre compte de ces échanges avec les autres disciplines au travers d'un ensemble de qualificatifs dont de nombreux chercheurs ont tentés d'en proposer le sens. C'est le cas par exemple de Boisot (1972) dès l'origine des premières réflexions sur l'Interdisciplinarité. A partir de formalisation mathématique il a par exemple rendu compte de 3 formes d'Interdisciplinarité.

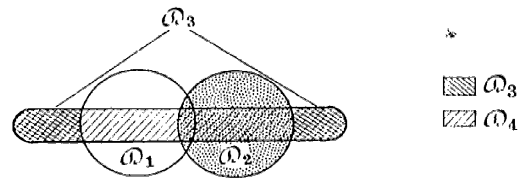
Interdisciplinarité linéaire (Boisot, 1972 p. 92) (Graphique 1)



Une loi établie dans une discipline D1 $\mathcal{D}_1 . \mathcal{D}_2 \Rightarrow (p_B^2 \rightarrow p_L^2)$ est empruntée dans une autre D2 comme hypothèse et adoptée après vérification, elle a été transférée. Le mécanisme de transfert est dénommé interdisciplinarité linéaire

Interdisciplinarité structurelle (Boisot, 1972 p. 94-95) (Graphique 2)

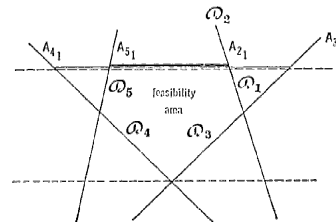
L'intégration de deux disciplines D1 et D2 génère une nouvelle discipline D3 dont la structure originale intègre et généralise les structures initiales.



$$\Omega_4 = [\Omega_4 \cap (\Omega_1 \cup \Omega_2)] \cup \Omega_3$$

Interdisciplinarité restrictive (Boisot, 1972 p. 95-96) (Graphique 3)

Field of application of Ω_1
 - - - - - no constraint
 ——— limited by Ω_4 and Ω_5
 ——— limited by Ω_2 and Ω_3



$$\Omega_1 \cdot \Omega_1 = \underline{\Omega_1} < \Omega_1$$

Les interactions font que chaque discipline impose des contraintes aux autres et de ce fait l'ensemble de ces contraintes délimite une zone à l'intérieur de laquelle devront se situer les disciplines partenaires.

Il est possible de rapprocher les définitions proposées par de nombreux auteurs à travers leur enchâssement. Ainsi comme le note Klein, « l'interdisciplinarité « étroite » se produit entre les disciplines dont les méthodes, les paradigmes et les épistémologies sont compatibles » (2011 p. 21), elles sont constitutives du même champ dirait Resweber (2000). A l'inverse, elle est dite « étendue » quand elle associe des disciplines éloignées.

Selon Heckhausen (1972), l'interdisciplinarité se différencie en effet selon sa maturité à partir de 6 types. Il la qualifie d'**indiscriminée** lorsque des disciplines sont juxtaposées selon une logique d'accumulation du savoir comme Boden (1999) le propose par l'interdisciplinarité **encyclopédique** et renvoie finalement à la même définition que la multidisciplinarité (tableau 1). Elle peut être aussi **pseudo-interdisciplinaire** si elle repose sur l'emprunt d'outils analytiques (les mathématiques, la modélisation...) qui permettent de faire des ponts entre disciplines. L'interdisciplinarité **auxiliaire** renvoie quant à elle à la crossdisciplinarité en raison de l'intégration par une discipline des méthodes provenant d'autres disciplines pour un objectif occasionnel et transitoire.

L'interdisciplinarité **composite** représente l'association de disciplines autour d'un même projet, en particulier quand les enjeux sociaux et politiques des savoirs et des technologies sont pris en compte (aménagement urbain, conquêtes spatiale...). L'interdisciplinarité composite peut être considérée comme le premier stade de la pluridisciplinarité, ou le passage entre le multidisciplinaire et le pluridisciplinaire, avec le partage d'un objet commun par différentes disciplines, mais qui ont tendance à conserver leur propre méthode, concept, etc., à travailler en silo en ayant une pluralité de perspective sans parvenir ou vouloir les relier entre elles. Elles « partagent » (Boden, 1999) un objet sans coopérer. La coopération marquant le passage à l'inter-, par des démarches « intégratives » (Klein, 1990) qui restructurent les perspectives, par confrontation et mélanges. L'interdisciplinarité adjonctive (*supplementary*) naît entre les disciplines d'un même champ lorsqu'elles tentent de collaborer autour d'objets qu'elles partagent (par exemple les comportements humains entre la psychologie, la sociologie, la médecine...). Enfin l'interdisciplinarité **unifiante**, présente cette émergence d'un nouveau savoir à plusieurs disciplines comme la transdisciplinarité le propose, mais ici dans une moindre mesure. La dimension unifiante se caractérise par l'émergence d'une nouvelle discipline au regard des sujets communs partagés par des disciplines (exemple du rapprochement de la biologie et de la physique participant à la création de la biophysique) que l'on peut rapprocher de l'interdisciplinarité **structurelle** de Boisot (1972). Cette dernière voit des lois propres émerger de cette réunion entre disciplines.

A partir d'une synthèse des propositions de Resweber (2000) présentées dans le tableau ci-dessous (Tableau 3), auquel nous avons aussi ajouter les adjectifs mentionnés précédemment, nous pouvons mieux concevoir que l'interdisciplinarité peut par exemple tendre vers la pluridisciplinarité et être ainsi qualifiée de **réductrice** lorsqu'une discipline, dans le groupe collaboratif, tend à imposer ses principes et ses règles comme on peut le voir dans la crossdisciplinarité. Elle peut même être **restrictive** (Boisot, 1972) à l'instar de la pluridisciplinarité, lorsqu'il n'y a pas d'interaction entre les disciplines et qu'aucune modification structurelle des disciplines ne s'opère. Mais en miroir, la pluridisciplinarité peut être **convergente** et tendre ainsi vers l'interdisciplinarité dès lors que les disciplines lèvent des zones d'ombres et que leurs perspectives s'enrichissent de nouvelles visées. Le tableau nous présente l'ensemble des délimitations irrégulières qui émergent dans la rencontre des disciplines scientifiques. On peut persévérer dans une recherche pointilleuse et monodisciplinaire et stable ou bien remanier ses jugements en se heurtant aux autres perspectives des chercheurs hors de sa discipline. Cette démarche est en ce sens **herméneutique** et s'ouvre aux interpellations et confrontations propres à l'interdisciplinarité. La pluridisciplinarité peut s'inscrire dans une logique floue **interne** c'est à dire privilégiant la collaboration entre discipline du même ensemble et tendant ainsi vers une certaine monodisciplinarité. Par ailleurs sa logique tout à fait stable dans sa dimension **externe** d'une part en jouant le jeu de la collaboration entre disciplines de

champs différentes et de **convenance** d'autre part présentant une pluridisciplinarité "médiatique" en n'étant pluridisciplinaire dans la publication des actes de colloques où seul le titre constitue l'objet d'étude commun. L'interdisciplinarité peut tendre vers la transdisciplinarité en empruntant le chemin **herméneutique** qui tente de falsifier, transformer, interroger l'équipement intellectuel des disciplines entre elles. Dans ses logiques stables elle sera **limitrophe** en mettant en perspective la complexité de l'objet d'étude par l'interaction des différentes disciplines ou **instrumentale (dans le sens d'instrumentée⁸)** en opérant le transfert linguistique entre les disciplines.

La transdisciplinarité selon Resweber (2000), quant à elle, présente différentes orientations stables, selon si elles se présente **fondamentale** en revendiquant la construction d'une science unique partageant un langage universel, ou **instrumentale** en regroupant dans un cadre intégratif un ensemble de disciplines plus ou moins éloignés, ou bien encore **problématique** par la rencontre de disciplines pour répondre à des enjeux culturels où le discursif prime sur le méthodologique.

⁸ Le qualificatif « instrumental » étant utilisé par d'autres auteurs dans un sens très différent nous lui préférerons le terme instrumenté utilisé par Vinck avec un sens similaire, à celui de Resweber. pour la différencier de ses autres acceptations. L'interdisciplinarité « instrumentale » correspond à la Polydisciplinarité, par l'appropriation par une discipline de méthodes et outils d'une autre. La coopération entre disciplines peut aussi être instrumentale lorsqu'elle sert d'autres intérêts que ceux de la science, au niveau économique, par les industriels ou au niveau politique (Klein, 2011 30-33) par engagement ou influence.

On peut rapprocher cette instrumentalité de la typologie proposée par Prud'homme et Gringas (2010) en parlant de « sous-traitance », lorsque l'on réduit la pluridisciplinarité à l'usage d'une discipline comme outil dans un projet commun ; d'intérêt « académique », lorsque le chercheur recherche dans la coopération un avancement, une reconnaissance ou des financements, et enfin un « accès à la décision publique » lorsque l'interdisciplinarité est vue comme un moyen de consolider sa visibilité et son réseau afin d'influer sur les politiques publiques (lié à l'environnement, la santé ou l'éducation par exemple).

Formes de travail disciplinaire	Logique Floue	Logique Stable
Mono-disciplinaire	Herméneutique	Dogmatique
Multi-		
Poly-		
Pluri-	Interne Convergence	Externe Convenance
Omni		
Cross		
Inter-	Réductrice - Restrictive Instrumentale Linéaire - Auxillaire- de méthode ou de concept Supplémentaire Structurelle Herméneutique Unifiante	Limitrophe Composite Indiscriminée
Trans-		Fondamentale Instrumentale Problématique

Tableau 3: Les logiques floues et stables des formes de travail collaboratif entre les disciplines scientifiques. Les qualificatifs intégrés dans la colonne "logique floue" apporte des compléments qui marquent une porosité entre les catégories (porosité signalée par des pointillés). La colonne "logique stable" rend compte de qualificatif qui pour leur part sont pleinement intégrés dans les définitions propres à chaque mode de collaboration)

Les limites de chacune des formes de collaboration sont poreuses et il apparait très difficile d'identifier avec certitude la forme déployée lors d'un projet scientifique tant elles sont multiples et évolutives au regard des difficultés rencontrés, des acteurs en présence. Les formes d'échange, d'interprétation du langage propre à chaque discipline au regard des cadres théoriques et des méthodologies participent également à construire un flou, un espace de signification qui n'est pas

commun, pouvant même donner l'illusion que chacun se comprend alors que les termes convoqués portent des sens différents. Ainsi il y a un flou entre discipline et également entre leur forme d'échange...

La figure ci-dessous schématise le cas de figure où deux disciplines peuvent d'une part aborder des concepts analogues mais présentant un « flou » au niveau de leur interprétation sémantique et d'autre part échanger sur des concepts différents.

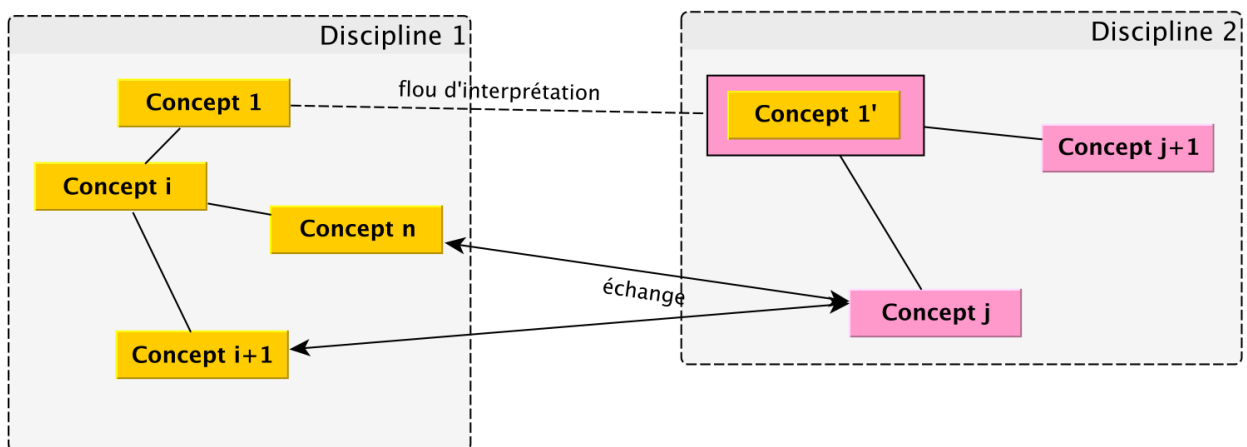


Figure 4: Le flou d'interprétation entre deux disciplines

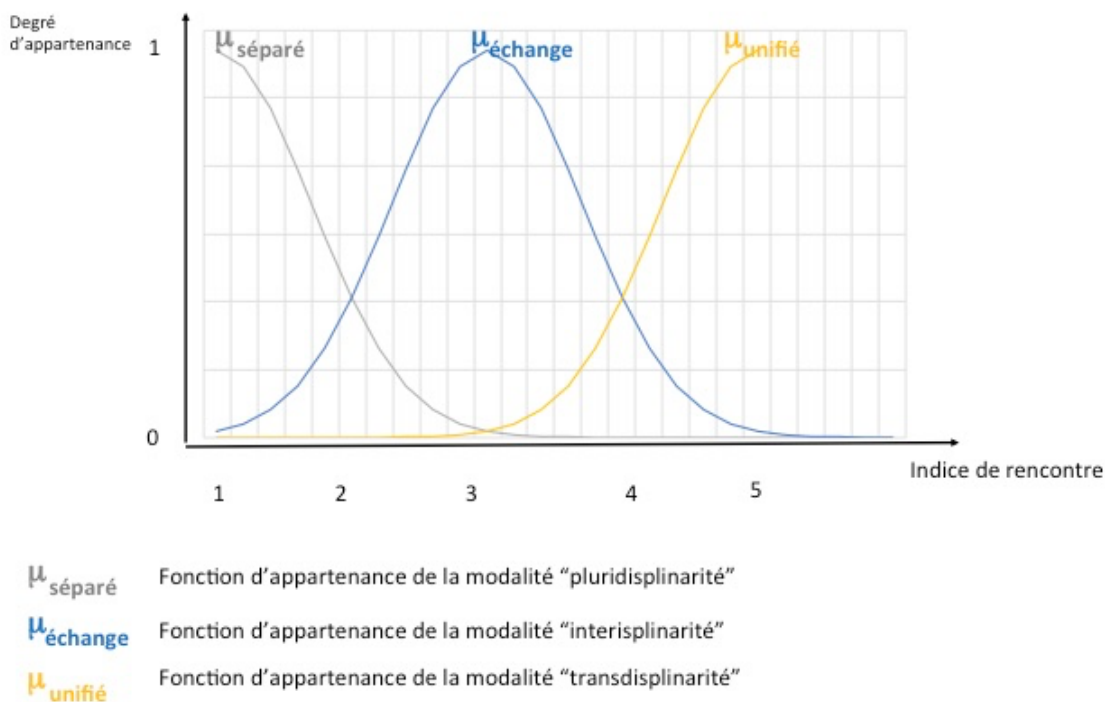
Cette porosité tout autant sensible aux conditions de collaboration, aux interprétations qu'à la temporalité, nous semble contribuer au flou qui entoure le travail et la définition de l'Interdisciplinarité, flou qui, nous en faisons le pari, est plus une richesse qu'un handicap, à la condition de bien l'appréhender et de l'intégrer dans la rencontre interdisciplinaire.

Représentation de l'Interdisciplinarité par la logique floue

Le paradigme flou apparaît tout indiqué pour effectuer l'identification des modes de collaboration et pour étudier au plus près ces différents modes afin d'être en mesure de "computer le varié, le variable, l'ambigu, l'aléatoire, l'incertain" (Morin, 2008[1986], p. 1241). La théorie des ensembles flous nous permet en effet d'introduire de la souplesse dans notre compréhension du réel et peut même être intégrée dans le cadre plus large d'une pensée : la pensée floue. La pensée ne sert pas la logique, elle s'en sert (Morin, 2008, p. 1049). Ainsi pour Foucart, la pensée floue qui renvoie précisément à la logique floue, permet de caractériser "ce monde de fluidité où l'individu se situerait dans un entre deux ..." (2011, p.15), dans tout ce qui constitue la réalité et ses différentes formes.

Or, cela peut être soutenu par la théorie des sous-ensembles flous (*fuzzy theory*) formulée par Zadeh (1965). Il s'agit d'une théorie mathématique qui propose une logique basée sur le raisonnement intuitif et qui prend en compte la subjectivité et l'imprécision. Le logique floue capture l'imprécision de la pensée humaine et de l'expérience avec des outils mathématiques (Godjevac,1999) et la gradualité d'appartenance des concepts.

Il peut être possible de comprendre l'imprécision à laquelle nous sommes confrontés lorsqu'il est question de réellement identifier la forme de collaboration dans sa pratique et toute sa complexité. L'utilisation du paradigme flou permet alors de représenter l'appartenance graduelle à des formes d'interdisciplinarité avec les quantificateurs flous. Par exemple il serait possible d'exprimer le fait qu'un projet dit interdisciplinaire se situe « plutôt » dans une forme de pluridisciplinarité et « un peu » dans une forme de transdisciplinarité. Ci-dessous (graph. 4), il est représenté le niveau d'appartenance aux formes de collaboration pluri-, inter- ou transdisciplinarité selon la variable de rencontre qui se distingue pas une séparation (pas de partage comme dans la pluridisciplinarité), une rencontre (avec des échanges comme dans l'interdisciplinarité) et une unification des savoirs et/ou des méthodes (comme dans la transdisciplinarité). On constate qu'au même moment où les disciplines agissent en collaboration, commencent à échanger, l'appartenance à la séparation des disciplines décline. De même que plus on avance dans les échanges plus émerge la possibilité d'une unification.



Graphique 4: Représentation de la rencontre des disciplines en logique floue.

C'est peut-être ce flou ou cet entre-deux, comme une dialogique de la collaboration scientifique, qui constitue tout autant la difficulté et la richesse du travail interdisciplinaire (Resweber, 2000).

Vers une vision transdisciplinaire de l'interdisciplinarité ? L'interalogie

Implicitement, la question soulevée tout du long est celle des interactions, de leur structure et de leurs modalités, qui ont par ailleurs fait l'objet d'innombrables traitements disciplinaires (en sociologie avec Goffman (1974), en psychologie développementale avec Piaget (1963) Vygotsky (1934:1997), en sciences de l'éducation avec Perrenoud (1996), en psychologie clinique avec Rogers (1968) mais également dans les sciences techniques, comme les neurosciences, l'économétrie, l'urbanisme... – voir pour revue l'ouvrage "Understanding interactions in complex systems", 2017). L'interaction est une « notion-plaque tournante du désordre, ordre et organisation (...) en boucle solidaire, où aucun de ces termes ne peut plus être conçu en dehors de la référence aux autres, et où ils sont en relation complexe, c'est-à-dire complémentaires, concurrents et antagonistes » (Morin, 2008, p. 84-85). En d'autres termes l'interaction se présente comme un concept dialogique. Les interactions ne peuvent être vues sous le prisme de la simplification les réduisant à leur absence ou leur présence. Elle s'inscrit dans une boucle tétralogique (interactions liées au désordre-ordre-organisation) qui ne peut être conçue sans inégalités, turbulences, et agitations (Morin, 1977 ; 2008).

A partir du méta-point de vue qu'implique notre étude de l'interdisciplinarité, il apparaît pertinent de se munir de concepts rendant compte de toutes ces nuances caractérisant les dynamiques des interactions en acte et intégrant également celles qui sont projetées et imaginées par les acteurs. Prendre en compte le flou, c'est également considérer ce que les interactions ne sont pas, ou plus, devraient être ou auraient pu être, du point de vue des acteurs, tant le travail collaboratif en projet est sans cesse repensé selon un horizon des attentes partiellement partagées.

Ne peut-on pas nous aventurer plus loin dans l'adoption d'un concept nous permettant tout à la fois d'intégrer ce qui fait lien, qui délie et qui rend compte de la pluralité des conditions d'interactions ? Ce sont par ces préfixes pluri- et multi- que le grand nombre de ces conditions sont proposées ; on évoque la pluralité des approches, la multitude des disciplines... Dès lors et au regard du sujet qui nous intéresse ici, ne serait-il pas plus pertinent de proposer le néologisme d'interalité (*inter-alité*)? Comparativement au substantif féminin pluralité (plur-alité) qui rend compte du grand nombre, du quantitatif, l'inter-alité ne pourrait-elle pas nous aider à mieux intégrer toutes les dimensions des interactions, tout à la fois au niveau quantitatif que qualitatif ?

Dans un cadre très confidentiel de la philosophie comparée ce concept existe déjà dans l'approche dite interalogique. L'interalogie portée par Shang (2015), et repris par Zhang (2016), trouve son origine dans une dialogique entre tradition philosophique occidentale et chinoise (Vallée, 2016) s'inspirant aussi bien de la pensée deleuzienne que de fondements ontologiques zen (ibid.). L'interalité a pour visée de retourner l'attention portée à ce qui est tangible, aux processus et à ce qui les façonnent. Ce concept interroge ce qui se trouve entre ou au-delà, ce qui relie, entoure et constitue les choses que l'on perçoit trop souvent par un contraste réducteur avec ce qu'elles ne sont pas (Shang, 2015).

Zhang (2017 p. 38) en explicite la portée en détaillant le spectre de significations de l'idéogramme chinois traduisant le préfixe "inter-": « L'espace intermédiaire, l'espace vide, la séparation, la rupture, l'écart, le yin, le rien, l'antiforme, la crevasse, l'intervalle, l'intervalle de temps, l'interzone, l'interface, l'interaction, la relation, la réciprocité, l'altérité, l'entre-deux, la séparation, le dépassement, " l'espionnage" (regarder à travers une fissure pour savoir ce qui se trouve à l'intérieur des portes fermées ; observer secrètement), à l'éloignement, etc. »

L'interalité s'approche en ce sens de l'anthropologie des lignes proposée par Ingold (2016) insistant sur les trames de phénomènes et les forces qui les parcourent tout en les concevant.

Dans une visée d'application moins large et qui intéresse notre propos, l'interalité offre la possibilité d'appréhender l'interdisciplinarité dans toute sa complexité ainsi que tous les autres modes de collaborations disciplinaires. En ce sens, interroger l'interdisciplinarité ne doit pas se cantonner à l'étude des interactions mais aussi à ce qui fait lien, aux zones d'incompréhensions, aux ensembles vides et communs, aux zones mitoyennes (Resweber, 2000). L'interdisciplinarité, comme nous avons pu le présenter, peut être restrictive (sans interaction et donc plus largement pluridisciplinaire), ou bien unifiante (les interactions permettant l'émergence de nouveaux savoirs) ou encore supplémentaire (les interactions s'opérant aux limites des disciplines). L'interalité constitue en ce sens une traversée qui implique le dépassement du cloisonnement ou la dissolution des frontières disciplinaires (Zhang, 2017). Cela renvoie à l'invitation fondatrice de la pensée complexe à ne plus disjoindre les savoirs ni les disciplines scientifiques et à questionner les objets d'étude avec un œil extra-disciplinaire (Morin, 1986, Morin, 1999).

Mais plaider pour l'interdisciplinarité n'est pas la théoriser (Laflamme, 2011); elle n'a d'ailleurs pas de théorie unifiée bien que cela puisse paraître légitime. *L'interdisciplinology* a bien été proposée (Bahm, 1980; Kupers, 2014). Or une théorie de l'interdisciplinarité pourrait apparaître réductrice, trop centrée qu'elle serait sur le terme même d'interdisciplinarité ajoutant encore de la confusion à la pleine compréhension des différentes modalités d'interactions entre les disciplines. Il serait plus pertinent de hisser la problématique non à l'interdiscipline mais à ce qui fait le lien et toutes ses

déclinaisons. L'interalogie, au travers du concept d'interalité, permet d'étudier la dialogique entre relation et séparation de tout objet d'étude, ainsi que les dimensions de causalité, de communication, d'échange, de réseaux et de transformation (Shang, 2015) que l'on observe dans ce qui fait "relation" en prenant également en compte l'absence de lien, les écarts constituant des éléments même de définitions et de compréhensions de modes de collaborations. Il serait prématuré ou inopportun de lui donner un statut de science ou de théorie mais elle peut être un creuset (Shang, 2015), une approche qui permet d'intégrer toute la complexité du travail interdisciplinaire par-delà, au travers et entre les espaces vides, entre positionnement transdisciplinaire et anti-disciplinaire.

Conclusion

L'objectif de cet article se voulait de répondre à trois questions relatives à un constat, un besoin et une perspective.

Lorsqu'une étude interdisciplinaire est proposée ou se concrétise, un constat s'impose également très vite, c'est la méconnaissance même du travail qu'implique cette forme de collaboration. D'un "Oui bien sûr" comme une évidence face à la complexité de l'objet d'étude qui nécessite une collaboration étroite entre différentes disciplines, l'épreuve des heures considérables de réunions, d'ententes mais d'incompréhensions aussi ont vite raison de la bonne volonté de chacun, des chercheuses et des chercheurs, qui regagnent plus ou moins rapidement leurs pénates, somme toute moins larges mais bien plus confortables. Ce constat est redoublé d'une méconnaissance de la terminologie du travail de collaboration possible et, entre définition déductive ou intuitive, un réel besoin apparaît, celui de bien nommer pour délimiter les formes de rencontre. Selon l'objet d'étude, une forme pluridisciplinaire par exemple sera largement suffisante mais faut-il encore en connaître ses leviers et ses obstacles. Nous avons donc tenté d'apporter des éléments de définition en tentant d'atteindre une certaine exhaustivité afin d'identifier pour les acteurs de la recherche, toutes les formes possibles. Cet exercice aux apparences fastidieuses révèle une double problématique. L'ensemble des définitions apporte un détail qui peut conduire à une certaine confusion pouvant être qualifiée comme un premier niveau de flou. Mais plus intéressant, certaines d'entre elles portent en leur sein, le dépassement des frontières disciplinaires et de l'étroitesse de la taxinomie qui ajoute un deuxième niveau de flou, celui-ci ne se situant pas dans la confusion mais dans le sillage d'une plus grande compréhension des enjeux. Cette acceptation du flou, de cet entre-deux, nous conduit à proposer une nouvelle perspective pour appréhender le travail scientifique en interaction. La science qui peut sembler souffrir du modèle rationaliste tendant à "produire une connaissance atomisée, parcellaire, réductrice, "déliée" en quelque sorte" (Bolle de bal, 2003), a besoin d'une re-liance entre ses disciplines trop cloisonnées (ibid.). L'interdisciplinarité porte en elle la rencontre des disciplines et les conditions de leur discordance, elle crée les entre-deux, les écarts nécessaires pour s'interpeller mais souhaite en même temps combler les vides de connaissance. Elle enchante et fait déchanter devant la difficulté des rencontres humaines, psychologiques, méthodologiques... et ontologiques également, car les disciplines ne partagent pas toutes les mêmes régions de réalités

(Heisenberg, 1984 [2010]). L'intégration de toutes ses dimensions dans un cadre interalogique ouvre une porte à ce besoin de reliance en science.

A cette fin, nous avons engagé une étude interdisciplinaire de l'interdisciplinarité, une étude collective portant sur l'organisation et la collaboration au sein d'un projet scientifique affiché interdisciplinaire. Une étude qui selon les fondements de l'anthropologie des sciences [Bloor, 1976, Latour and Woolgar, 1979] porterait sur la science en train de se faire, tout en mettant en doute la portée heuristique de la distance enquêteur/enquêté, en suivant le principe cardinal de la connaissance de la connaissance : " le méta-point de vue n'est possible que si l'observateur-concepteur s'intègre dans l'observation et la conception" [Morin, 1990a]. Cette étude du travail collaboratif entre des chercheurs de différentes disciplines impliquent une dimension réflexive elle-même produite par le travail indisciplinaire. Il s'agit d'investiguer la complexité d'une étude de l'interdisciplinarité et de sonder l'articulation que celle-ci impose entre méthodes, objets et concepts.

Références

Abbott A. (2006). Le chaos des disciplines. *Enquêtes* 5, 35-68.

Adell N. (2011). *Anthropologie des savoirs*. Paris : Armand Colin.

Agassi J. (1974). The Confusion between Science and Technology in the Standard Philosophies of Sciences. In F. Rapp (ed.), *Contributions to a Philosophy of Technology. Studies in the Structure of Thinking in the Technological Sciences*, Volume 5 pp. 40-59.

Ashworth A. (2010). *Cost studies of buildings*. Pearson Education, New York: Routledge Taylor & Francis.

Bahm A.J. (1980). Interdisciplinology: The science of interdisciplinarity research. *Nature and System* 2, 29-35.

Bellier S. (2004). *Le savoir-être dans l'entreprise: Utilité en gestion des ressources humaines*. Paris : Librairie Vuibert.

Benoist J.(2016). Frontières et perméabilité des disciplines. In O. Benoist, J.-Y. Chérot et H. Isar (eds.), *Inter-Sections. Concepts en dialogue. Une voie vers l'interdisciplinarité*, Collection : Droits, pouvoirs et sociétés. Université d'Aix-Marseille, pp. 13-21.

- Bessière C. & Gojard S. (2004). Décloisonnements disciplinaires, Transferts et malentendus. *Economie Rurale* 282, 59-71.
- Bloor D. (1976). *Knowledge and social imagery*. Londres : Routledge.
- Boden M. A. (1999), What is interdisciplinarity ? In R. Cunningham (ed.), *Interdisciplinarity and the Organization of Knowledge in Europe*, Luxembourg : Office for Official Publications of the European Communities, pp. 13-24.
- Boisot M. (1972). Discipline and interdisciplinarity. In L. Apostel *et al.*, *Interdisciplinarity: Problems of teaching and research in universities, Report of Organization for Economic Coopération and development*, Paris, 89-97.
- Bolle de Bal M. (2003). Reliance, déliance, liance : émergence de trois notions sociologiques, *Sociétés* 8(2), 99-131.
- Breton P. (1987). L'informatique comme discipline existe-t-elle ? Histoire d'un clivage qui sépare les informaticiens. *Réseaux* 24, 65-75.
- Bromme R. (2000). Beyond one's own perspective: the psychology of cognitive interdisciplinarity. In P. Weingart, N. Sterh (eds.) *Practising Interdisciplinarity*, Toronto : University of Toronto Press, pp. 115-133.
- Bunge M. (1966) Technology as Applied Science. *Technology and Culture* 7(3), 329-347.
- Bunge M. (1979) *Treatise on Basic Philosophy : Ontology II, a World of Systems*, vol. 4, Dordrecht : Reidel.
- Candau J., Gallivet I. (2014). La slow science, condition de la découverte ? *Revue du Palais de la découverte*, 39, 2-7.
- Chen, J.-M., Luetz, J.M. (2020). Mono-/Inter-/Multi-/Trans-/Anti-disciplinarity in research. In W. Leal Filho et al. (eds), *Quality education, encyclopedia of the UN sustainable development goals*. Switzerland : Springer Nature, pp. 1-17.
- Chevallard Y. (2004). Vers une didactique de la codisciplinarité : Notes sur une nouvelle épistémologie scolaire. *Journées de didactique comparée 2004*, Lyon.
- Creswell J. W. (2003). *Research design : Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (2nd ed.), Thousand Oaks : Sage.

- D'Andrade R. (1992). Cognitive anthropology. In Schwartz T., White G. M., Lutz C. A. (Ed.), *New Directions in Psychological Anthropology*, Cambridge : Cambridge university press, pp. 47-58.
- Darbellay, F., Vinck, D., Cocco, C., Dessart, G., Dandarova, Z., & BrandtP-Y. (2018). L'interdisciplinarité en partage : collaborer pour innover. *InnovatiO* 5. <http://innovacs-innovatio.upmf-grenoble.fr/index.php?id=437>
- Deleuze G., (2018[1990]). Les sociétés de contrôle, *EcoRev'* 46, 5-12.
- Diderot D. (1751-1775). *Encyclopédie ou dictionnaire raisonné des sciences, des arts et des métiers, par une société de gens de lettres, mis en ordre et publié par M. Diderot, et quant à la partie mathématique par M. d'Alembert*, Paris : Briasson, David, Lebreton, Durand.
- Durkheim E., Mauss M. (1903). De quelques formes primitives de classification. Contribution à l'étude des représentations collectives, *L'Année sociologique* 6, 1-72.
- Eddy S.R. (2005). "Antedisciplinary" Science. *Plos Computational Biology*, Vol1 (1), 3-4.
- Fabiani, J.-L. (2006). A quoi sert la notion de discipline ? *Enquêtes* 5, 11-34.
- Fillmore C. (1975). An alternative to checklist theories of meaning. In C. Cogen, H. Thompson, G. Thurgood, Whilsteler, and Wright (Ed.) *Proceeding of the first annual meeting of the Berkeley Linguistics Society*. Berkeley : Berkeley Linguistic Society.
- Flick U. (1992). Triangulation revisited: Strategy of validation or alternative. *Journal for the Theory of Social Behaviour* 22, 175–197.
- Folger J. P., Poole S. M. (1984). *Working through conflict: A communication perspective*. Glenview, IL: Scott, Foresman.
- Foucart J. (2011). Réseaux fluides et pratiques sociales : vers un nouveau paradigme. Une méthodologie floue: la recherche participative. *Pensée plurielle* 28 (3), 11-13.
- Foucault M. (1971). *L'ordre du discours*, Paris : Gallimard.
- Foucault M. (1975). *Surveiller et punir*, Paris : Gallimard
- Fremantle C. (2018). Transdisciplinarity and transformation. Future earth early career researcher workshop, 23-24 January 2018, London.

- Gass J.R. (1972). Preface. In L. Apostel *et al.*, *Interdisciplinarity: Problems of teaching and research in universities*, Paris : Report of Organization for Economic Cooperation and Development, 9-10.
- Giallocosta G. (2008). Importance of infradisciplinary areas in the systemic approach towards new company organisational models: the building industry. In G. Minati, M. Abram and E. Pessa (eds.), *Processes of emergence of systems and systemic properties*, Singapore : World Scientific, pp. 135-14.
- Gilman, N. (2003). *Mandarins of the future: Modernization theory in cold war America*. Baltimore & London: The Johns Hopkins University Press.
- Godjevac, J. (1999). *Idées nettes sur la logique floue*. Lausanne: Presses polytechniques et universitaires romandes.
- Goffman E. (1974). *Les rites d'interaction*, coll. Le sens commun, Paris : Les éditions de Minuit.
- Gringas Y. et Heilbron J. (2015). La résilience des disciplines. *Actes de la recherche en sciences sociales* 210, 4-9.
- Heinz Heckhausen, « Discipline and Interdisciplinarity. In L. Apostel *et al.*, *Interdisciplinarity: Problems of Teaching and Research in Universities*, Paris : Organization for Economic Cooperation and Development, 1972, p. 87.
- Heisenberg W. (1984[2010]). *Le manuscrit de 1942*. 1ère traduction 1984 par Piper. Dernière trad. 1998 par P. Lenard, Editions Allia, Paris, Dernière édition 2010.
- Hu J., Erdogan B., Jiang K. Bauer, T., Liu S. (2018). Leader humility and team creativity : The role of team information sharing, psychological safety, and power distance. *Journal of Applied Psychology* 103(3), 313–323.
- Ingold T. (2016). « La vie dans un monde sans objets », *Perspective* 1, 13-20.
- Ito, J. (2017). The anti-disciplinarity approach. *Research Technology Management* 60 (6), 22-28.
- Janesick V. (1998). *Stretching Exercises for Qualitative Researchers*, Londres : Sage.
- Jantsch E. (1972). Towards Interdisciplinarity and transdisciplinarity in education and innovation. In L. Apostel *et al.* (dir.), *Interdisciplinarity: Problems of Teaching and Research in Universities*, Paris : Organization for Economic Cooperation and Development, p. 97-120.

- Jollivet M. (1992) Présentation. In M. Jollivet (dir.). *Sciences de la nature, sciences de la société : Les passeurs de frontières*. Paris : CNRS Éditions, 237-241.
- Klein J.T. (1990). *Interdisciplinarity: History, Theory & Practice*, Detroit : Wayne State University Press,.
- Klein J. T. (2011). Une taxinomie de l'interdisciplinarité. *Nouvelles perspectives en sciences sociales*, 7(1), 15–48.
- Kuhn T. S. (1972). *La Structure des Révolutions Scientifiques*, Paris : Flammarion.
- Kuhn T. S. (1990 [1977]). *La tension essentielle. Tradition et changement dans les sciences*, Paris : Gallimard.
- Kupers W. (2014). Perspectives on Integral Inter- and Trans-Disciplinary Re-Search. Between Non- and Post-Disciplinarity ?! *Integral leadership review*, 4-29.
- Laflamme S. (2011). Recherche interdisciplinaire et réflexion sur l'interdisciplinarité. *Nouvelles perspectives en sciences sociales* 7(1), 49–64.
- Latour B. and Woolgar S. (1979). *Laboratory Life : The Social Construction of Scientific Facts*, Los Angeles : Sage.
- Lenoir Y., Larose F. et Dirand J-M. (2006). Formation professionnelle et interdisciplinarité : quelle place pour les savoirs disciplinaires? In B. Fraysse (ed.). *Professionnalisation des élèves ingénieurs*, Paris: Editions l'Harmattan, pp. 13-35.
- Lenoir Y. (2003). « La transdisciplinarité, un phénomène naturel redécouvert mais aussi chargé de prétentions ». *L'autre Forum : le Journal des professeurs de l'université de Montréal*, n°7(3). 40-48.
- Lenoir Y., Larose F., and Lafort M. (2001). Les représentations de la pratique interdisciplinaire chez les enseignants québécois du primaire. *Les dossiers des sciences de l'éducation* 5 : 67-78.
- Lévi-Strauss C. (1962). *Le totémisme aujourd'hui*, PUF, Paris.
- Lévi-Strauss C. (1966). *Le Cru et le cuit*, Plon, Paris.
- Lewin K. (1991). Conduites et connaissances de nouvelles valeurs. In R. Tessier & Y. Tessier, *Changement planifié et évolution spontanée*, Québec : Presse universitaires du Québec.

- Lipovetsky G. (1983). *L'ère du vide : Essais sur l'individualisme contemporain*. Paris : Gallimard.
- Lipovetsky G. (1992). *Le crépuscule du devoir*. Paris : Gallimard.
- Lucas D. (2011). Le milieu de l'entreprise. Souffrance au travail et juste milieu. *La revue Transverse* Hors série, 116–130.
- Mondada L. (2005). *Chercheurs en interaction*. Lausanne : Le savoir Suisse.
- Montoto R. and Mead P.G. (2009). The search for a new pre-disciplinary, trans-disciplinary core. National Conference on the Beginning Design Student (24th - Atlanta - 2008).
- Morin E. (2008[1977]). *La méthode, la nature de la nature*, T. 1, Paris : Seuil.
- Morin E. (2008 [1985]). *La méthode, la vie de la vie*, T. 2, Paris : Seuil.
- Morin E. (2008 [1986]). *La méthode, La connaissance de la connaissance*, T.3, Paris : Seuil.
- Morin E. (1990a). *La tête bien faite. Repenser la réforme, réformer la pensée*. Coll. L'histoire immédiate, Paris : Seuil.
- Morin E. (1990b). *Science avec conscience*, Paris : Fayard.
- Morin E. (1999). Les sept savoirs nécessaires à l'éducation du futur, Unesco, Paris
- Morin E. (2003). « Sur l'interdisciplinarité ». *L'autre Forum : le Journal des professeurs de l'université de Montréal*, n°7 (3), 5–10.
- Morin E. (2008 [2004]). *La méthode, Ethique*, T.6, Paris : Seuil.
- Morin E. (2005 [1990]). Introduction à la pensée complexe. Coll. Points, Paris : Seuil.
- Morin E. (2010). « Plodémet, des germes pour la méthode. » E In Simon J.-F., Paillard B., Le Gall L. (dir.). *En France rurale : Les enquêtes interdisciplinaires depuis les années 1960* Rennes : Presses universitaires de Rennes, 113-126.
- Mitchell W.J.T. (1994). *Picture theory: Essays on verbal and visual representation*. Chicago : University of Chicago.
- Nicolescu B. (1996). *La transdisciplinarité*. Editions du rocher, Monaco.

- Parker, J. D. (2009). Subjugated knowledge and dedisciplinarity in a cultural studies pedagogy. In R. G. Kristensen & R.M. Claycomb (eds.) *Writing against the curriculum. Anti-disciplinarity in the writing and cultural studies classroom* Lanham : Rowman & Littlefield Publishers.
- Passeron J.-C. (1991). *Le raisonnement sociologique. L'espace non-popperien du raisonnement naturel*, Paris : Nathan.
- Perrenoud P. (1996), *Enseigner : agir dans l'urgence, décider dans l'incertitude. Savoirs et compétences dans un métier complexe*, Paris, ESF, 1996, chapitre 1, pp. 23-51 (2^e éd. 1999).
- Piaget J. (1963). *Le jugement et le raisonnement chez l'enfant*, Neuchâtel : Delachaux-Niestlé.
- Piaget J. (1972). The Epistemology of Interdisciplinary Relationships in Leo Apostel et al. (eds.), *Interdisciplinarity: Problems of Teaching and Research in Universities*, Paris, Organization for Economic Cooperation and Development, p. 127-139.
- Proulx D. (2013). Les racines “imaginaires” de la transdisciplinarité. In R. Laprée et C. Bellehumeur, *L'imaginaire durandien. Enracinements et envols en Terre d'Amérique*, Laval : Presses de l'Université Laval, pp. 169-181.
- Prud'homme et Gringas, (2015). Les collaborations interdisciplinaires: raisons et obstacles, *Actes de la recherche en sciences sociales*, 210, 40-49.
- Repko A. F., (2008). *Interdisciplinary Research: Process and Theory*, Los Angeles : Sage.
- Resweber J.-P. (2000). *Le Pari du Transdisciplinaire*, Paris : L'Harmattan.
- Rogers C. (1968[2018]). *Le développement de la personne*, Paris : Dunod.
- Rosa H. (2018). *Résonance*. Paris : La découverte.
- Roy P., Schubnel Y. and Schwab C. (2019). Les représentations de la pratique interdisciplinaire chez de futurs enseignants suisses du primaire. *Recherches en didactique des sciences et des technologies* 19, 49-85.
- Shang G. (2015). « Interality shows through : an introduction to interalogy ». *China Media Research* volume 11(2).
- Stoczkowski, W. (2011) *La double quête : un essai sur la dimension cosmologique de synthèses interdisciplinaires en sciences sociales* », *Nouvelles perspectives en sciences sociales* 7(1), 137-155.

- Vallée J-F. (2016). A dialog between dialogism et interality. *Canadian Journal of communication* 41(3), 469-486.
- Varela F., Thompson E., Rosh E. (1993). L'inscription corporelle de l'esprit. Sciences cognitives et expérience humaine. Paris : Seuil.
- Vinck D. (2000). *Pratiques de l'interdisciplinarité : mutations des sciences, de l'industrie et de l'enseignement*, Grenoble : presses universitaires de Grenoble.
- Vygotski L (1934 [1997]). *Pensée et langage*, Paris : La dispute, edition 1997
- Waisbord S.R. (2019). *Communications: a post-discipline*. Cambridge: Polity Press.
- Weiner B. (1985). An attributional theory of achievement motivation and emotion. *Psychological Review*, 92, 548–573.
- Zadeh L. (1965). Fuzzy sets. *Journal on Information and Control* 8(3), 338–353.
- Zhang P. (2016). “Interality and us”. *Canadian Journal of Communication* 41(3), 379-382.
- Zhang P. (2017). “Interality and the city.” *China Media Research* 13(4), 38-47.