



Université de REIMS CHAMPAGNE-ARDENNE

Ecole Doctorale Sciences Technologies Santé

HABILITATION A DIRIGER DES RECHERCHES

Domaine de recherche : Informatique – Intelligence artificielle

par

Pierre SAUREL

Soutenue et présentée publiquement le 2 décembre 2014

**Ingénierie des connaissances pour traiter de l'hétérogénéité
des données issues de systèmes sociaux
IA et Altérité radicale**

Devant la commission d'examen composée de :

Michael KRAJECKI	Professeur, CReSTIC, URCA	Président
Hugues BERSINI	Professeur, IRIDIA, U. Libre de Bruxelles	Rapporteur
Frédéric Fol LEYMARIE	Professeur, Goldsmiths, U. of London	Rapporteur
Jean-Guy MEUNIER	Professeur, U. du Québec à Montréal	Rapporteur
Daniel ANDLER	Professeur, SND, U. Paris-Sorbonne & IUF	
Danièle BOURCIER	Directrice de recherche émérite, CERSA, U. Panthéon-Assas	
François PELLEGRINI	Professeur, LaBRI, U. de Bordeaux	
Francis ROUSSEAUX	Professeur, CReSTIC, URCA	



Université de REIMS CHAMPAGNE-ARDENNE

Ecole Doctorale Sciences Technologies Santé

HABILITATION A DIRIGER DES RECHERCHES

Domaine de recherche : Informatique – Intelligence artificielle

par

Pierre SAUREL

Soutenue et présentée publiquement le 2 décembre 2014

**Ingénierie des connaissances pour traiter de l'hétérogénéité
des données issues de systèmes sociaux
IA et Altérité radicale**

Devant la commission d'examen composée de :

Michael KRAJECKI	Professeur, CReSTIC, URCA	Président
Hugues BERSINI	Professeur, IRIDIA, U. Libre de Bruxelles	Rapporteur
Frédéric Fol LEYMARIE	Professeur, Goldsmiths, U. of London	Rapporteur
Jean-Guy MEUNIER	Professeur, U. du Québec à Montréal	Rapporteur
Daniel ANDLER	Professeur, SND, U. Paris-Sorbonne & IUF	
Danièle BOURCIER	Directrice de recherche émérite, CERSA, U. Panthéon-Assas	
François PELLEGRINI	Professeur, LaBRI, U. de Bordeaux	
Francis ROUSSEAUX	Professeur, CReSTIC, URCA	

Sommaire

Introduction	9
1 Une intelligence artificielle centrée sur les systèmes individuels de connaissance	11
1.1 L'intelligence artificielle élaborée sur les vestiges de l'étude des formalismes.....	11
1.2 L'intelligence artificielle centrée sur les capacités rationnelles individuelles	12
1.3 Des fonctionnalités nouvelles pour étendre le champ de l'intelligence artificielle : auto-reproduction, apprentissage, cognition	13
1.3.1 L'auto-reproduction	13
1.3.2 L'apprentissage des automates.....	13
1.3.3 Regards critiques sur l'IA classique et la cognition.....	14
2 L'intelligence artificielle collective et systémique.....	19
2.1 Jeux, théorie des jeux et modèles multi-agents	19
2.2 L'intelligence en essaim et l'émergence.....	19
2.3 Les modèles distribués de systèmes sociaux	21
3 Connaissance et altérité radicale pour l'intelligence artificielle : ce que cela fait d'être une chauve-souris.....	23
3.1 Diversité de l'altérité radicale.....	24
3.1.1 L'altérité radicale vue par l'anthropologie.....	24
3.1.2 Paul Feyerabend et l'incommensurabilité des théories scientifiques,.....	25
3.1.3 John von Neumann et les deux mécaniques : refondation axiomatique de la mécanique quantique.....	25
3.1.4 Hétérogénéité des systèmes de normes	26
3.2 Cinq observations sur l'élaboration de systèmes de connaissance artificiels tenant compte de l'altérité radicale	29
3.2.1 La volonté d'englober la totalité des systèmes de connaissance.....	29
3.2.2 L'impossible isomorphisme universel	29
3.2.3 Les illusions de l'intégration de l'altérité réduite.....	30
3.2.4 La complexité des systèmes à trois niveaux.....	30
3.2.5 Les limites gödeliennes à la connaissance totale : systèmes axiomatiques dérivés hétérogènes.....	31
4 Concepts, modèles et outils pour une intelligence artificielle tenant compte de l'altérité radicale	33
4.1 Opérateurs d'altérité	33
4.1.1 Définitions pour les opérateurs d'altérité	33

4.1.2	L'opérateur de plongement ou d'implantation.....	33
4.1.3	L'opérateur d'oscillation par alternance	33
4.1.4	L'opérateur d'annihilation.....	34
4.1.5	L'opérateur de collection	34
4.1.6	Les opérateurs d'hybridation.....	34
4.1.7	Les opérateurs de refondation	35
4.1.8	Les opérateurs d'étrangeté.....	35
4.1.9	Les opérateurs de choix	35
4.1.10	Les opérateurs de trace	35
4.1.11	Les opérateurs de fermeture	36
4.2	Propriétés élémentaires des opérateurs d'altérité	36
4.3	Hétérotopies et intelligence territoriale	37
4.4	Hétérochronies et temporalités dans les systèmes de e-learning	37
4.5	Hiérarchies, hétérarchies et données personnelles	38
5	Conclusion et travaux à venir.....	41
5.1	Explorer les opérateurs d'altérité appliqués aux bases de données territoriales accessibles en open data.....	41
5.2	E-learning et parcours d'apprentissage.....	42
5.3	Travaux sur les liens entre données personnelles et processus d'identification.....	43
5.4	Fusionner moteur de recherche, système expert et Machine Learning dans un outil dédié au système judiciaire	43
5.5	Encadrements de thèses en cours et à venir.....	44
5.5.1	E-learning et parcours d'apprentissage	44
5.5.2	Bases de données dialogiques	44
5.5.3	Les hétérotopies et les bases de données territoriales	44
6	Bibliographie	45
6.1	Bibliographie générale.....	45
6.2	Bibliographie personnelle.....	53
7	Annexes	59
7.1	Annexe A : Hétérotopies et intelligence territoriale	61
7.2	Annexe B : Hétérochronies et temporalités dans les systèmes de e-learning.....	121
7.3	Annexe C : Hiérarchies, hétérarchies et données personnelles I.....	129
7.4	Annexe D : Hiérarchies, hétérarchies et données personnelles II	145

Remerciements

Je souhaite tout d'abord remercier très chaleureusement le Professeur Francis Rousseaux qui a accepté d'être garant de ce travail d'habilitation. Il m'a permis de parcourir avec lui, sur divers rivages et dans différentes baies, les frontières que dessinent les dernières avancées de l'intelligence artificielle et des humanités numériques.

Je remercie Monsieur le Professeur Michael Krajecki, directeur du Centre de Recherche en Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication (CReSTIC) pour m'avoir fait l'honneur de présider le jury de soutenance.

Je remercie les trois rapporteurs pour le temps qu'ils ont consacré à la lecture de ce mémoire mais aussi pour avoir fait tous les trois un long voyage et être venus respectivement de Bruxelles, Londres et Montréal afin de débattre pendant quelques heures des frontières de l'intelligence artificielle collective et de ses réalisations techniques : Monsieur le Professeur Hugues Bersini, directeur de l'Institut de Recherches Interdisciplinaires et de Développements en Intelligence Artificielle (IRIDIA) de l'Université Libre de Bruxelles, Monsieur le Professeur Frédéric Fol Leymarie du Department of Computing au Goldsmiths College, University of London et Monsieur le Professeur Jean-Guy Meunier du département de l'Université du Québec à Montréal.

Je remercie Monsieur le Professeur Daniel Andler, directeur du laboratoire Sciences, normes, décision (SND) de l'Université Paris-Sorbonne qui a toujours soutenu avec beaucoup de bienveillance les travaux en informatique et en intelligence artificielle que je menais dans son laboratoire.

Je remercie Madame Danièle Bourcier, directrice de recherche émérite au CERSA de l'Université Panthéon-Assas avec laquelle nous avons eu de nombreuses discussions sur les articulations entre l'informatique et le droit et les obstacles particuliers liés à l'application de l'intelligence artificielle à la décision du juge.

Je remercie Monsieur le Professeur François Pellegrini, du Laboratoire Bordelais de Recherche en Informatique (LaBRI) de l'Université de Bordeaux d'avoir accepté de participer à ce jury et y apporter les éclairages particuliers dont il dispose grâce à sa double compétence en informatique et en droit.

Je remercie Eddie Soulier de l'Université de Technologie de Troyes avec lequel nous avons eu de très nombreuses discussions sur les agencements et l'intelligence territoriale.

Je remercie Rémi Jardat et ses longues discussions sur les possibilités d'identifier automatiquement les structures sous-jacentes aux comportements sociaux.

Je remercie aussi les jeunes apprentis chercheurs ou chercheurs plus chevronnés que j'ai encadrés ces dernières années : Guillaume, Yann, Valérie, Barbara, Sonia, Margaux, Virginie, Rémi, Emmanuel, Dalila, Etienne et tous les étudiants de masters qui m'ont beaucoup apporté par les questions qu'ils se posent et nous posent également.

Il est difficile de remercier tous ceux qui ont accompagné professionnellement une vingtaine d'années d'une vie consacrée à l'enseignement et la recherche : étudiants, collègues, que ceux qui ne sont pas cités ne se sentent pas offensés mais au contraire remerciés pour les échanges et les discussions que nous avons pu avoir ensemble.

Je remercie également mes amis et ma famille, Ghislaine, Félicien, Octave et Léon qui doivent parfois supporter avec patience mes sautes d'humeur pour toutes les questions qui se posent à moi et auxquelles je ne trouve pas de réponse.

Mes pensées vont enfin vers Georges Molinié et Pascal Arrigo qui nous ont quitté et qui ont, chacun à leur manière accompagné la maturation de ce travail.

Résumé

Ce mémoire d'habilitation présente l'état de mes travaux sur l'ingénierie des connaissances pour traiter de l'hétérogénéité des données issues de systèmes sociaux.

Mes travaux ont d'abord porté sur des algorithmes d'apprentissage, puis sur des systèmes d'agents en co-évolution avant que je ne modélise et ne simule des systèmes plus sophistiqués d'acteurs sous la forme de modèles spatiaux à trois niveaux correspondant à des phénomènes sociaux réels comme la mobilisation de masse en RDA en 1989. Ces recherches étaient réalisées en coordination avec Wolf-Dieter Eberwein, spécialiste en Sciences Politiques.

Cette modélisation m'a amené à identifier le concept d'hétérarchie pour modéliser des systèmes hétérogènes multi-agents et multi-niveaux.

J'ai également utilisé cette notion d'hétérarchie pour concevoir des modèles d'évolution du système juridique de gestion des données personnelles.

Toujours dans le cadre de l'étude des hétérogénéités des données issues de systèmes sociaux j'ai ensuite travaillé avec Francis Rousseaux et Eddie Soulier sur des modèles d'ingénierie des connaissances s'appuyant sur l'intelligence territoriale et l'hétérogénéité des lieux, les hétérotopies.

Ces travaux se poursuivent avec Francis Rousseaux et Jean Petit, un doctorant nouvellement inscrit.

Mes travaux les plus récents avec Francis Rousseaux et Guillaume Blot, un doctorant que j'encadre, portent sur les hétérogénéités temporelles constatées lors de parcours de contenus de connaissance accessibles en e-learning.

Ces recherches sur les systèmes multi-agents présentant différentes formes d'hétérogénéités m'ont amené à les replacer dans le contexte des systèmes plus classiques d'intelligence artificielle construits sur les capacités rationnelles individuelles des agents.

Je dégage dans ce mémoire la notion d'altérité radicale qui fédère ces travaux sur les systèmes multi-agents hétérogènes et produit des données elles-mêmes hétérogènes pour des systèmes d'agents.

Pour cette hétérogénéité je propose des familles d'opérateurs et je présente brièvement quelques-unes de leurs propriétés.

J'indique enfin des travaux qui pourront faire l'objet de sujets de thèses à venir ou qui sont déjà en cours de traitement par des doctorants et qui mettent en jeu différentes formes d'hétérogénéité présentées ici.

Mots clés

Systèmes multi-agents, Gestion des connaissances, Modèles, Systèmes complexes adaptatifs, Agrégation de données hétérogènes, Intelligence artificielle, Altérité radicale, Opérateurs d'altérité, Agents cognitifs, Réseau social, Ontologies, Humanités numériques

Introduction

Dans ce travail nous présentons le contexte et la trajectoire de recherche dans laquelle nous analysons comment étendre l'intelligence artificielle en y intégrant l'altérité radicale, dégageant ainsi le projet qui dirige nos travaux.

Pour cela nous présentons tout d'abord certains principes qui sous-tendent l'intelligence artificielle ayant comme objectif de concevoir et d'élaborer des systèmes de connaissance centrés sur les capacités rationnelles d'un individu isolé puis en relation avec un ou quelques autres individus.

Dans un second temps nous montrons que les modélisations récentes de l'intelligence s'appuient parfois sur une intelligence systémique collective mais qui porte dans ce cas sur des individus généralement simplifiés à l'extrême.

Nous présentons ensuite les concepts sur lesquels nous nous appuyons pour élaborer des outils et des méthodes plus sophistiqués permettant de concevoir et d'étudier des systèmes de connaissance collective plus élaborés tenant compte autant que possible, de l'altérité radicale.

Nous dégageons à cette occasion, certaines des difficultés, des enjeux, des limites et des outils permettant de concevoir des systèmes de connaissance artificiels portés par des collectivités sophistiquées d'individus radicalement hétérogènes.

Dans ce travail, nous abordons l'informatique, les systèmes d'information et de connaissance, non pas seulement tels qu'ils sont incarnés ou matérialisés, mais tels qu'ils pourraient l'être, *in abstracto*. Nous ne sommes pas éloignés de ce point de vue, de l'approche de l'algorithmique qui en est faite par Donald Knuth (Knuth, 2011b B1, pp. 1- 3) : « *Ma façon favorite de décrire l'informatique est de dire que c'est l'étude des algorithmes. [...] Il peut arriver que la technologie s'essouffle un jour, disons dans 25 ans, et que les ordinateurs changent alors très peu. Il n'y a pas de signe avant-coureur d'une technologie stable dans le futur proche¹, bien au contraire, mais je crois que l'étude des algorithmes restera un défi important même si les autres phénomènes relatifs aux ordinateurs peuvent un jour être complètement explorés.* »

En l'occurrence nous nous intéressons dans notre travail à l'intelligence artificielle et aux systèmes de connaissance étendus à l'altérité radicale, sans réduire notre démarche aux ordinateurs et aux systèmes d'information artificiels existants.

Cette démarche va dans le sens d'une prise en compte de la culture comme élément constitutif de la connaissance. La connaissance que l'intelligence artificielle prend en compte est alors constitutive non seulement d'un phénomène individuel, mais aussi, tenant compte de la culture, d'un phénomène collectif, systémique, intersubjectif et social.

¹ Le texte original de Knuth date de 1973 avec une reproduction avec ajouts qui date de 1974.

1 Une intelligence artificielle centrée sur les systèmes individuels de connaissance

1.1 *L'intelligence artificielle élaborée sur les vestiges de l'étude des formalismes*

Il convient de rappeler que le programme de l'intelligence artificielle s'est d'abord élaboré sur les vestiges de l'étude des formalismes.

Alan Turing et John von Neumann sont les précurseurs de ce programme ((Ramunni 1989 B1), (Goldstine, 1972 B1) et (Saurel, 1996a B2)).

Leurs travaux s'appuient eux-mêmes sur le programme de Hilbert et la volonté qu'en matière de connaissance, rien ne puisse échapper au scientifique qui s'appuie sur la méthode formaliste. En réponse au pessimisme de Paul du Bois-Reymond, Hilbert affirme en effet, dans une allocution radio-diffusée de 1930 : *« qu'il n'y a pas d'ignorabimus en mathématiques, [...] nous devons savoir, nous saurons. »*

Hilbert n'a pas encore connaissance des limites intrinsèques des formalismes telles qu'elles se déduisent des résultats de Gödel (Gödel, 1931 B1).

Comme l'analyse Daniel Andler (Andler, 1998 B1), en partant de l'étude des possibilités des machines (Turing, 1936-1937 B1) et des limites intrinsèques des formalismes (Gödel, 1931 B1), Turing (Turing, 1950 B1) va définir un programme de recherche pour les possibilités de réalisation des machines, que l'on peut identifier au programme de recherche de l'intelligence artificielle : *« L'un des effets de l'article de 1950 était de montrer que contrairement à d'anciens préjugés, le domaine de la machine s'étendait potentiellement bien au-delà de l'exécution de tâches « mécaniques » — au sens de « stupides », n'impliquant ni pensée ni volonté —, et de manière concomitante que le formalisme concernait bien plus que la pure pensée mathématique ; Turing annonçait ainsi rien de moins que le programme de ce qui allait prendre quelques années plus tard le nom d'« intelligence artificielle ». »*

Ces travaux vont dans un premier temps permettre de définir une architecture pour les ordinateurs ((von Neumann 1945 B1) et (Burks, Goldstine et von Neumann, 1946-47 B1)), cette architecture étant encore celle sur laquelle sont élaborés les ordinateurs actuels (Bersini, Spinette-Rose M.-P. et R., 2008 B1).

Les travaux encyclopédiques de Donald Knuth (Knuth, 2014 B1) sur l'algorithmique et l'art de la programmation des ordinateurs s'appuient principalement sur cette architecture des ordinateurs et sur la construction logique de ces automates généraux issus des limites du programme de Hilbert.

Cette trajectoire dans l'exploitation des possibilités des machines liée principalement à l'ordinateur comme outil isolé de calcul est corroborée par les travaux actuels des historiens. On pourra noter par exemple les résultats des investigations approfondies menées par Pierre-Eric Mounier-Kuhn qui note à plusieurs reprises la mise à l'écart de la cybernétique et de l'élargissement du périmètre de l'informatique associé à ce terme (Mounier-Kuhn, 2010, B1 p. 571) : *« tandis que l'informatique obtient sa reconnaissance officielle dans les instances académiques, associée ensuite dans le cadre du CNRS à l'automatique, à l'analyse des systèmes et au traitement du signal, les aspects « sciences humaines et sociales » de l'ancienne cybernétique refont surface sous deux formes nouvelles : les sciences cognitives et*

les sciences de l'information et de la communication. Seules l'intelligence artificielle et la « systémique » (elle-même avatar de la recherche opérationnelle) font passerelles entre ces champs scientifiques séparés. Simultanément, des fragments de l'analyse des systèmes et diverses techniques informatiques entrent dans la constitution des « sciences de gestion », permettant à celles-ci de se différencier de l'économie ».

1.2 L'intelligence artificielle centrée sur les capacités rationnelles individuelles

S'appuyant ainsi sur les capacités calculatoires des machines, l'intelligence artificielle s'est naturellement construite sur une définition fonctionnelle de l'intelligence compatible avec ce que l'on pouvait attendre de ces machines.

L'intelligence artificielle s'est centrée, voire s'est essentiellement concentrée sur la rationalité individuelle humaine en essayant de la mimer au moyen de dispositifs artificiels tout en s'interrogeant sur les liens entre le calcul par l'homme et la machine (Mc Culloch, 1961 B1).

On retrouve cela dans les projets industriels et dans la constitution de l'informatique comme science (Mounier-Kuhn, 2010 B1) et dans les programmes de recherche ou de recherche-développement, comme ceux de l'INRIA pour lequel les projets, comme le projet GEMO (connaissances distribuées sur le web) (Beltran et Griset, 2007 B1) qui étudient des productions de connaissance qui ne sont pas centrés sur une machine individuelle sont l'exception.

L'intelligence artificielle que peut produire une machine isolée prend la forme de challenges pour ingénieurs. Parmi les situations les plus étudiées, emblématiques de l'intelligence humaine que la machine va chercher à reproduire ou à dépasser, on trouve tout d'abord la résolution de problèmes (Laurière, 1986 B1) et les jeux ; et notamment les jeux pour lesquels les situations sont fermées, comme le jeu d'échec (Samuel, 1957, B1).

L'image retenue est que la logique des automates (von Neumann, 1951 B1) reproduit celle d'un cerveau artificiel dont les fonctionnalités seraient recréées artificiellement (von Neumann, 1958 B1).

L'ordinateur est alors exploité dans un premier temps pour sa rapidité de calcul et d'exploration de l'ensemble des combinaisons de situations (Knuth, 2011a B1). La machine peut très rapidement parcourir de manière exhaustive l'ensemble des cas possibles dans une situation fermée et envisager, plus vite qu'un humain, la situation optimale considérée sous l'angle d'un critère, défini *a priori*, d'optimisation et d'évaluation des situations.

Marvin Minsky (Minsky, 1961 B1) décrit des étapes d'un programme pour la réalisation d'une intelligence artificielle qu'il considère que rien ne peut arrêter.

Au-delà de la diversité des situations dans lesquelles les dispositifs artificiels peuvent battre les humains dans des compétitions fermées, les ingénieurs explorent les situations pour lesquelles la puissance de calcul peut améliorer les performances et permettre d'élaborer des solutions optimales que les humains n'avaient pas identifiées.

La diversité des dispositifs informatiques réalisés par les ingénieurs a amené des chercheurs comme Herbert Simon et Allen Newell à identifier les éléments permettant de les unifier. Ils s'attachent d'abord à une unification par la simulation du raisonnement humain (Newell et Simon, 1961 B1) réalisée au moyen de l'ordinateur. Mais ils en viennent ensuite, eux aussi, à la capacité de résolution de problèmes posés par les humains (Newell et Simon, 1972 B1).

Herbert Simon, ne se limitant pas à l'informatique *stricto sensu*, a cherché à définir des éléments d'unification de toutes les sciences des systèmes et de l'artificiel (Simon, 1969 et 1996 B1).

1.3 Des fonctionnalités nouvelles pour étendre le champ de l'intelligence artificielle : auto-reproduction, apprentissage, cognition

Pour aller au-delà des limites identifiées pour l'élaboration d'une intelligence artificielle, les chercheurs ont rapidement proposé d'étendre le champ des fonctionnalités à explorer.

Dans un premier temps, cette extension porte principalement sur deux fonctionnalités, celle d'apprentissage et celle d'auto-reproduction des automates.

1.3.1 L'auto-reproduction

Burks a permis la publication en 1966 des travaux de von Neumann sur les fonctions d'auto-reproduction des automates (Burks et von Neumann, 1966 B1).

Burks, qui avait également étudié et conçu l'architecture des nouvelles machines générales avec von Neumann et Goldstine (Burks, Goldstine et von Neumann, 1946-1947 B1) a poursuivi de manière approfondie l'étude des automates auto-reproducteurs.

Les travaux et l'influence de Burks ont sans doute été sous-estimés ((Burks, 1956 B1) et (Burks, Wang et Holland, 1959, B1)).

Non seulement Burks a poursuivi seul les travaux sur les automates auto-reproducteurs (Burks, 1970 B1), mais il a également fait travailler ses étudiants sur ces questions (Holland, 1975 B1).

Christopher Langton, citant Burks, (Langton, Taylor et Farmer, 1991, B1, pp. xiv-xv) insiste sur le fait que l'approche fonctionnelle est parfaitement identifiée aussi bien chez Burks que chez von Neumann (Burks, 1970) : « *Quel type d'organisation logique est suffisante pour qu'un automate s'auto-reproduise ? Cette question n'est pas précise et peut recevoir des réponses triviales tout comme des réponses intéressantes. Von Neuman avait à l'esprit le phénomène naturel et familier de l'auto-reproduction lorsqu'il l'a posé, mais il ne cherchait pas à simuler l'auto-reproduction d'un système naturel au niveau de la génétique et de la biochimie. Il voulait abstraire la forme logique de l'auto-reproduction à partir du problème naturel de l'auto-reproduction* ».

Si Christopher Langton cite les travaux de Burks et l'approche de von Neumann, c'est parce qu'il souhaite suivre la même démarche pour étudier et fonder une vie artificielle. L'étude de la vie artificielle est une autre extension des systèmes artificiels à d'autres fonctionnalités et dans la continuité des travaux sur l'auto-reproduction.

Les fonctionnalités associées à l'auto-reproduction continuent à être explorées sous différentes formes dont notamment celle de l'autopoïèse des individus, des systèmes ou des environnements (Varela, 1989 B1).

1.3.2 L'apprentissage des automates

Wiener identifie et adjoint à la résolution de problèmes et à la capacité de calcul, l'importance de l'apprentissage des machines. C'est notable en particulier lorsque l'on constate que le chapitre supplémentaire que Norbert Wiener ajoute en 1961 à son livre de 1948 porte précisément sur l'apprentissage et les machines auto-reproductrices (Wiener, 1948 B1 pp. 169-180).

Cette absence de prise en compte de l'apprentissage est, selon Daniel Andler (Andler, 1998 B1), une des faiblesses de la démarche de Turing. Cette faiblesse n'est au demeurant non pas une absence de prise en compte du nécessaire apprentissage des machines, mais une sous-estimation de la sophistication nécessaire de cet apprentissage (Andler, 1998 B1) : « *là où nous sommes le plus fondés aujourd'hui à estimer que Turing s'est égaré, c'est dans l'évaluation de la complexité de l'apprentissage humain, et plus largement des rapports entre l'homme, penseur, organisme, avec l'environnement* »

L'extension de l'intelligence artificielle à l'apprentissage et à l'auto-reproduction a permis de sophistication les modalités selon lesquelles nous concevons l'intelligence artificielle.

Parmi les chercheurs français on peut citer Jacques Pitrat ou Jean-Louis Laurière qui adjoignent très rapidement des modalités systématiques d'apprentissage aux méthodes habituelles calculatoires de l'intelligence artificielle. Pitrat (Pitrat, 1962 B1) catégorise les modalités possibles d'apprentissage avec des machines et Laurière aborde cette fonctionnalité au-delà des systèmes experts dont il développe un des prototypes les plus aboutis (Laurière, 1986 B1).

A titre d'exemple s'agissant de l'apprentissage artificiel, les travaux jusque dans les années 1990 portaient principalement sur des modalités déterministes d'apprentissage. Les algorithmes d'apprentissage étaient souvent d'une part déterministes et d'autre part élaborés à partir de l'observation de l'apprentissage des animaux (Rescorla et Wagner, 1986 B1).

A titre personnel nous avons démontré par exemple la convergence de l'algorithme de Q-learning (Watkins, 1989 B1) pour sa version déterministe (Saurel, 1992 B2), une version des algorithmes d'apprentissage par renforcement comme TD(λ).

Mais au même moment, les principaux chercheurs en matière d'apprentissage par renforcement utilisaient des algorithmes d'apprentissage par renforcement stochastiques ou bayésiens (et donc non déterministes) dont ils démontraient la convergence en probabilité et l'efficacité dans l'apprentissage des systèmes artificiels ((Barto et Sutton, 1998) et (Kaelbling, Littmann et Moore, 1996)).

Cette voie d'exploration de l'intelligence artificielle comme extension de son cœur initial en tenant compte de capacités d'apprentissage a montré son efficacité. Désormais, sous le nom de *Machine Learning*, les algorithmes d'apprentissage artificiel sont principalement stochastiques, bayésiens et non déterministes ((Murphy, 2012), (Flach, 2012), (Cornuejols et Miclet, 2010), et (Russell et Norvig, 2010)), ce qui ne correspondait pas du tout aux intuitions initiales en la matière.

1.3.3 Regards critiques sur l'IA classique et la cognition

Le projet et les enjeux de l'intelligence artificielle deviennent plus clairs (Haugeland, 1985 B1) ainsi que la compréhension de la complexité des situations (Hofstadter, 1985 B1).

Malgré les extensions à l'auto-reproduction et à l'apprentissage, certains chercheurs commencent à identifier des limites et des obstacles au programme de l'intelligence artificielle (Winograd et Florès, 1989 B1) voire en font une critique radicale (Dreyfus, 1984 B1).

Les critiques portent notamment sur l'optimisme des spécialistes de l'IA (Feigenbaum et McCorduck, 1984 B1) qui s'appuierait sur des postulats philosophiquement et méthodologiquement intenable aboutissant nécessairement à des résultats techniques ne pouvant pas être à la hauteur des objectifs visés.

Les postulats attaqués par Hubert Dreyfus sont biologique, psychologique, épistémologique et ontologique (Dreyfus, 1984 B1, pp. 191-294).

Hubert Dreyfus considère que l'intelligence ne devrait pas être vue de manière aussi limitée et qu'au contraire il faudrait :

- Tenir compte du rôle du corps dans l'exercice de l'intelligence ;
- Faire en sorte que les conduites intelligentes soient menées sans recours à des règles ou à des règles définies dans l'absolu et extérieures à l'entité douée d'intelligence ;
- Tenir compte des besoins de l'être humain ou de l'être intelligent lorsque l'intelligence est faite de la situation.

Hubert Dreyfus en arrive à la conclusion selon laquelle la machine pour être intelligente devra être capable (Dreyfus, 1984 B1 p. 407) de *« traiter des données vagues (concepts ou ressemblances imprécises), cette machine qui saurait pratiquer un langage naturel et identifier des formes complexes devrait également avoir un corps, afin d'être en situation et de s'y sentir chez elle. [...] Nous pouvons à court terme, tâcher de tirer le meilleur parti d'une coopération homme-machine, et c'est seulement à long terme qu'il est permis d'espérer obtenir, chez des automates qui ne seraient pas – ou pas exclusivement – numériques, ces formes de « traitement de l'information » sans lesquelles nous ne pouvons faire face à notre monde informel. »*

Ces critiques portant sur une intelligence artificielle qui ne pourrait pas aboutir car elle serait trop limitative et ne tiendrait pas compte des conditions de possibilité de l'intelligence humaine, ont été en partie entendues.

La tendance, comme nous l'avons déjà mentionné avec les travaux de Simon sur les sciences de l'artificiel (Simon, 1969 B1), consiste à étendre les modalités de l'intelligence. Cette extension de l'ensemble des modalités d'intelligence se retrouve d'abord dans la systémique (Le Moigne, 1986 B1).

Allen Newell définit une unité des théories de la connaissance au moyen des fonctionnalités qui sont réalisées ou au moins visées par les dispositifs artificiels (Newell, 1990 B1). Cette unité prend en compte désormais la fonction d'apprentissage. Mais elle va bien au-delà puisqu'elle intègre par exemple, le langage, la motivation ou les émotions.

Selon Newell, l'intelligence que doit couvrir la machine est alors définie fonctionnellement comme suit (Newell, 1990 B1, *Introduction* p. 15) :

« Areas to be covered by a unified theory of cognition, Fig. 1-5:

- *Problem solving, decision making, routine action*
- *Memory, learning, skill*
- *Perception, motor behavior*
- *Language*
- *Motivation, emotion*
- *Imagining, dreaming, daydreaming, ... »*

Newell s'appuie sur les niveaux d'organisation des systèmes pour définir l'intelligence et notamment le niveau social (le social band) (Newell, 1990 B1 pp. 490-498). Pour Newell (Newell, 1990 B1 p. 90) : *« a system is intelligent to the degree that it approximates a knowledge-level system »*.

Dans le chapitre 8 *Along the Frontiers* (Newell, 1990 B1), Newell fait particulièrement référence aux agents sociaux, à la psychologie sociale avec les travaux de Leon Festinger

(Leon Festinger 1954 Social Comparison Theory) sur la *Social Comparison Theory* et à la cognition sociale (Carroll & Payne, 1976).

Newell inaugure une approche très nettement pluridisciplinaire et caractéristique des sciences cognitives (Andler, 1992 B1).

Pour autant, cette extériorité n'est qu'apparente et les algorithmes opérationnels commencent par la réinternaliser. Des « modèles du monde » et des « modèles des autres agents » sont intégrés aux agents apprenants. Les techniques d'apprentissage et d'apprentissage par renforcement par exemple consistent à reconstruire en interne une représentation du monde extérieur.

La représentation, explicite ou implicite, de l'acte de pensée par un homuncule qui serait intégré au cœur même du cerveau ou des algorithmes d'intelligence artificielle, au risque d'une mise en abyme sans issue, n'est pas écartée. Si nos algorithmes doivent intégrer un modèle réinternalisant l'extérieur, n'y-a-t-il pas ici une forme d'auto-référence ou de récursivité qui risque de faire obstacle à la convergence de l'algorithme ou à la stabilisation de la machine programmée ?

L'approche de la connaissance, avec un environnement simplifié à l'extrême aboutit à une conception quasi-autistique de la connaissance. Les autres sont considérés comme des éléments de l'environnement. Lorsqu'ils sont considérés comme des sujets, ils sont vus comme une projection du sujet intelligent dans un autre corps que le sien.

Les études neurobiologiques n'échappent pas à cette critique, même lorsqu'elles cherchent à intégrer les émotions comme une des formes de l'intelligence (Damasio, 1995 B1) parmi d'autres (Gardner, 2010 B1) ou qu'elles étendent le rôle du cerveau à d'autres fonctions que celle du calcul tout en conservant les hypothèses fonctionnalistes et quasi-localistes qui avaient alimenté l'image selon laquelle le cerveau et l'ordinateur pouvaient présenter des similitudes fonctionnelles (Dehaene, 2014 B1). Nous avons été amenés à expliciter certaines limites de cette approche (Saurel et Hénault, 2001 B2).

La nécessaire prise en compte de l'incorporation (embodiement) a été intégrée dans les travaux qui cherchaient à élaborer un apprentissage artificiel de type *bottom-up* qui ne procéderait pas d'une approche symbolique ((Brooks et Maes, 1994 B1), (Kaelbling, 1993 B1), (Steels et Brooks, 1995) et (Bourgine et Varela, 1992)).

Varela a considéré que la déduction et l'abduction n'étaient pas suffisantes mais que l'enaction devait être prise en compte comme capacité d'intelligence artificielle déterminante ((Varela, 1988) et (Varela, 1989)).

La prise en compte de l'environnement ou de l'écosystème dans lequel l'agent intelligent est intégré prend différentes formes. Les théories de la viabilité (Aubin, 1991 B1) prennent en compte cet environnement. Mais même dans ce cas, les théories proposées représentent l'agent dans son environnement et l'évolution de cet environnement sans attribuer à l'extérieur de cet environnement une situation d'évolution équivalente.

Malgré l'extension des fonctionnalités incluses dans la définition de l'intelligence et l'extension des modalités de raisonnement, il n'en demeure pas moins que l'intelligence artificielle continue à donner à la machine une apparence quasi-autistique.

Pour aller au-delà, il était nécessaire de permettre aux automates de produire ensemble une intelligence collective et de leur permettre aussi de mieux tenir compte de leur environnement et de leur incorporation. Le risque autistique de cette intelligence artificielle n'est pas évacué

tant qu'une ouverture complète de l'intelligence artificielle sur l'altérité radicale n'est pas réalisée.

2 L'intelligence artificielle collective et systémique

2.1 Jeux, théorie des jeux et modèles multi-agents

Dans la lignée des modèles d'intelligence artificielle que l'on peut désigner comme classiques, de nombreux systèmes ont été proposés pour qu'une intelligence rationnelle soit capable d'optimiser une situation dans laquelle plusieurs acteurs intervenaient, chacun déployant, autant que possible, l'intégralité des capacités rationnelles possibles.

Sans multiplier les exemples, on peut citer notamment les situations dans lesquelles le système artificiel joue à un jeu, que ce soit contre un humain ou contre d'autres joueurs artificiels. Ont été développés dans ce contexte des joueurs d'échec ou de dame artificiels. Deep Blue, par exemple, a battu en 1997 le champion du monde d'échec Garry Kasparov (Hsu, 2002 B1). Dans le film de Stanley Kubrik, *2001 : l'odyssée de l'espace*, l'ordinateur de bord de dernière génération Hal-9000 joue également aux échecs avec les humains du vol habité. L'anticipation du choix rationnel du joueur humain est alors réalisée par la machine qui explore tout ou partie des coups possibles ou probables avant de fixer son choix. Mais cette anticipation peut aussi intervenir dans une situation paradoxale comme celle proposée dans le cadre du dilemme du prisonnier. Cette situation peut soit être réalisée entre un humaine et une machine soit entre deux machines.

La théorie des jeux, qui prend son origine dès les travaux de 1944, de Morgenstern et von Neumann ((Morgenstern et von Neumann, 1944 B1) et (Von Neumann, 1928 B1)) et même chez Emile Borel ((Borel, Ville et al., 1938 B1) et (Borel, 1921 B1)), étudie spécifiquement ces situations pour lesquelles plusieurs acteurs rationnels anticipent les comportements des autres acteurs pour décider d'un choix qui sera ensuite connu, immédiatement ou non, des autres acteurs et les influencera également pour l'étape temporelle suivante.

Ces modèles multi-agents se sont particulièrement développés avec la possibilité de simuler numériquement sur des ordinateurs communs des situations pour lesquelles chaque acteur peut décider d'une stratégie comportementale.

Le développement des langages objets a grandement simplifié la programmation de ces simulations.

De fait les modèles multi-agents sont généralement des systèmes qui permettent d'étudier des confrontations de stratégies mais qui ne constituent pas une modélisation sophistiquée de chaque acteur individuel. Dit autrement les agents ainsi modélisés ne sont en rien réalistes au regard de la complexité des êtres humains rationnels. Les modèles multi-agents sont pertinents pour restituer un jeu multi-acteurs définissant chacun une stratégie qui lui est propre. Ils ne prétendent en revanche pas constituer, pour chaque agent, un modèle sophistiqué de l'agent pris individuellement. Ces modèles s'intéressent à la dynamique des interactions entre agents, sans prétendre à une modélisation sophistiquée ou réaliste des agents individuels.

2.2 L'intelligence en essaim et l'émergence

Pour autant ces modèles ont donné lieu à des travaux nombreux car certains systèmes avaient un comportement collectif qui ne pouvait pas être immédiatement déduit du comportement unitaire de chacun des individus.

Ces propriétés collaboratives des individus qui composent le groupe, qu'aucun agent du groupe, seul, n'avait anticipées ou n'aurait pu réaliser et qui semblent donc émergentes ont donné lieu à de très nombreuses simulations (Forrest, 1992 B1).

Lorsque cette émergence apparente est une propriété du groupe, l'intelligence correspondante est dite collective (Bonabeau et Théraulaz, 1994 B1). Cette intelligence collective a été en particulier étudiée pour des colonies de fourmis et plus généralement d'insectes dont certains comportements sont ceux de la ruche ou de l'essaim plus que celui des individus.

Dans certains cas les solutions ainsi obtenues sont également optimales et renvoient à des modes de résolution de problèmes inattendus comme par exemple pour le positionnement idéal d'oiseaux ou de particules (algorithmes d'optimisation par essaim particulaire) (Kennedy et Eberhart, 1995 B1).

Les modalités d'auto-organisation donnent une forme d'intelligence au groupe.

Les propriétés d'émergence constatées amènent naturellement à faire un rapprochement avec les modèles de physique et notamment de physique statistique pour lesquels des propriétés d'émergence ont été démontrées ou ont été constatées et sont en accord avec les observations des phénomènes modélisés. Nous avons étudié de manière très systématique ces types de modèles comme le modèle d'Ising (Saurel, 1997 B2) et ses liens avec les états critiques auto-organisés et les milieux désordonnés (Bourgine et Saurel, 1993 B2).

Pour autant ces modèles d'émergence ne fonctionnent correctement et ne sont étudiables que lorsque les éléments qui composent le collectif sont très nombreux et que le nombre de paramètres qui modélise chaque individu est faible.

Toujours dans le même cadre, mais sans émergence, des modèles de co-évolution de population ont été étudiés et simulés. On peut retrouver là encore plusieurs approches. Soit des approches qui constituent des modélisations simplifiées de phénomènes, soit des techniques d'optimisation soit encore des méthodes abstraites d'étude de phénomènes logiques *per se*.

Cette dernière méthode est celle qui a été suivie par exemple par les travaux de type Artificial Life que nous avons déjà cités (Langton, Taylor et Farmer, 1991 B1). Les travaux autour de la co-évolution de systèmes ou de programmes ont été très étudiés pour analyser notamment les liens avec la frontière du chaos mathématique (Kauffman et Johnsen, 1991 B1). Toujours avec cette approche, Langton a établi des liens entre le calcul au bord du chaos, les transitions de phase et le calcul émergent (Langton, 1990 B1). Nous avons également contribué à ce type de travaux (Bourgine, Bonabeau et Saurel, 1994 B2) en établissant des liens entre la co-évolution, les cascades d'événements (avalanches) et les états critiques auto-organisés.

Pour autant si ces modèles sont étudiés exclusivement sous l'angle de la simulation, ce qui est souvent le cas en pratique, des problèmes méthodologiques se posent pour ceux qui souhaitent réaliser une modélisation du système social simulé (Saurel, 1998b B2). Les questions de méthodologie qui se posent en cette matière s'agissant de rendre compte d'un phénomène complexe comme l'intelligence ou le cerveau, au moyen de modèles d'émergence et de simulation de ces modèles, constituent une ligne importante de mon travail de doctorat (Saurel, 1998a B2).

S'agissant enfin des outils d'optimisation on y retrouve notamment la suite des travaux sur l'auto-reproduction (Burks, 1970 B1) et l'adaptation (Holland, 1975 B1). Ces travaux et notamment ceux de Holland, vont donner lieu à la création des algorithmes génétiques qui constituent aussi un outil d'optimisation (Goldberg, 1989 B1) qui sera étudié et utilisé de

manière systématique notamment pour réaliser du *Machine Learning* lorsque l'on souhaite trouver des solutions optimales en explorant l'espace des possibles par hybridation et notamment par hybridation de programmes (Koza, 1990 B1).

2.3 Les modèles distribués de systèmes sociaux

Au-delà des systèmes multi-agents et de l'intelligence collective, on peut également essayer de modéliser et simuler une intelligence collective pour laquelle les agents sont eux-mêmes modélisés soigneusement à partir de données recueillies par des spécialistes du phénomène social correspondant.

C'est ce que nous avons réalisé avec Wolf-Dieter Eberwein.

Les travaux correspondants ont été publiés dans quelques documents et articles ((Saurel, 1998a, Chapitre 4 B2), (Eberwein et Saurel, 1995a B2) et (Eberwein et Saurel, 1995b B2)).

Ces travaux portent sur la modélisation et la simulation du mouvement de masse révolutionnaire en RDA en 1989 qui correspond à la chute du mur de Berlin.

Les simulations ont été réalisées en Smalltalk, la programmation objet facilitant ce type de simulations.

Les données ont été recueillies par Wolf-Dieter Eberwein et ses étudiants, dont c'est la spécialité en sciences politiques.

Nous avons conservé les contraintes des systèmes multi-agents et les propriétés d'émergence de l'intelligence en essaim mais nous avons en plus modélisé des agents qui avaient des comportements individuels en adéquation avec les observations des spécialistes de sciences politiques.

Nous ne rentrerons pas ici dans les détails du modèle et des résultats obtenus.

Nous en avons tiré plusieurs enseignements.

Tout d'abord nous avons réalisé une modélisation d'agents qui restaient extrêmement simplistes avec une demi-douzaine de paramètres environ pour le modèle et deux ou trois pour l'agent et sa catégorie. Un nombre de paramètres de cet ordre de grandeur est suffisant pour les catégorisations de ce type de phénomènes. Nous avons essayé de réduire les plages de valeurs que pouvaient prendre les paramètres et nous avons fait en sorte que ces valeurs soient discrètes et éventuellement finies dès que la continuité et le nombre infini de valeurs possibles ne paraissait pas un élément nécessaire au plan théorique.

Rapidement nous avons constaté par une interaction entre les essais de modélisation et de simulation et la réflexion sur les aspects théoriques, qu'un paramètre global (paramètre de champ) était nécessaire pour qu'apparaissent des boucles de rétroaction qui stabilisent ou dirigent le fonctionnement global du système. Ceci fait écho non seulement aux résultats sur l'émergence et les systèmes auto-organisés mais aussi aux travaux précurseurs de la cybernétique (Wiener, 1948 B1). En l'occurrence le paramètre de champ était lié à la radio libre ouest-allemande, interdite en RDA mais qui était écoutée et permettait aux allemands de l'est et donc aux manifestants, de disposer d'une connaissance globale quant au niveau des manifestations dans le pays.

Le modèle que nous avons proposé était le seul à l'époque qui rendait compte des aspects spatiaux du phénomène dynamique correspondant.

Le modèle comportait trois niveaux hiérarchiques : les individus, les villes et le pays.

Le résultat le plus important selon moi, est d'avoir constaté qu'avec trois niveaux et une demi-douzaine de paramètres, le modèle est déjà d'une complexité telle qu'il est possible de faire apparaître des transitions de phase presque à la demande.

Ces transitions de phase sont la forme d'intelligence collective, extension de la rationalité des décisions individuelles des agents.

Nous avons également mené d'autres travaux sur des agents sociaux en l'espèce en matière d'expertise judiciaire en informatique, pour lesquels nous avons constaté des jeux d'acteurs c'est-à-dire qu'après avoir défini une catégorisation de rôle et une structure des systèmes de rôle dans la lignée structuraliste, on constate que certains agents vont à tour de rôle changer de rôle pour prendre celui de l'adversaire d'un jour ((Saurel et Jardat, 2009 B2) et (Jardat et Saurel, 2011 B2)).

L'expertise judiciaire en informatique est un système social particulièrement intéressant et que nous avons beaucoup étudié en détail du point de vue des phénomènes avant de le modéliser ou de le simuler. Ce domaine social est hétérogène. Il comporte des spécialistes des règles du droit civil et de la procédure civile et des spécialistes de l'informatique, ces deux domaines de règles étant particulièrement étanches alors même que le juge et l'expert sont contraints, par la loi, de dialoguer pour que la solution du litige soit jugée.

3 Connaissance et altérité radicale pour l'intelligence artificielle : ce que cela fait d'être une chauve-souris

Une des limites de l'approche suivie par les développements en intelligence artificielle consiste à avoir tenu compte de manière limitée des interactions sociales et des éléments interindividuels dans la conception des systèmes artificiels.

Les systèmes que nous avons décrits précédemment tiennent compte progressivement et sous différentes formes des interactions, de l'environnement ou des éco-systèmes.

Dès 1974, dans un article fondateur et particulièrement commenté, Thomas Nagel (Nagel, 1974 B1) va interroger le sens que peut prendre la notion d'esprit dans la machine. Il interroge le lecteur en lui demandant s'il peut avoir une idée une seule seconde des sensations que l'on peut éprouver à être radicalement autre que soi et en l'occurrence à être une chauve-souris (*what is it like to be a bat?*).

Il n'est pas anodin que cette interrogation sur la nature de l'autre et ses liens avec l'intelligence artificielle soit le fait d'un professeur de droit dont les travaux ultérieurs porteront notamment sur les questions liées à la répartition des richesses et leurs modalités dans un système pour lequel les règles sont non définies de manière interne à ce système (Nagel, 1994 B1).

Les critiques et les limites de la possibilité que l'esprit vienne aux machines ont été poursuivies et nous avons déjà mentionné les travaux de Dreyfus à titre d'exemple dans cette direction (Dreyfus, 1984 B1). Margaret Boden a regroupé une partie des textes fondateurs traitant de ce débat (Boden, 1990 B1). La question posée par Nagel est de savoir, s'agissant des machines, comment on peut imaginer ce qu'est être autre à soi-même. La machine en est un exemple ne se sachant pas machine et qui devrait se comporter comme un homme intelligent, à savoir un autre que soi.

Pour autant la question posée par Nagel est aussi de savoir comment concevoir des machines intelligentes qui tiennent compte du fait que les altérités radicales au mode de fonctionnement intelligent humain (les chauve-souris en l'occurrence) sont également des formes d'intelligence différente avec lesquelles nous sommes susceptibles d'interagir dont notamment sous la forme de la compassion ou de l'empathie consistant à se plonger par la pensée dans un autre que soi pour l'éprouver dans son entièreté (en l'occurrence un homme dans une chauve-souris).

Ces modalités de fonctionnement intersubjectives sont essentielles selon le juriste pour une intelligence sociale effective (Nagel, 1994 B1) alors qu'elles ne sont pas prises en compte dans le projet d'intelligence artificielle décrié ironiquement par Nagel (Nagel, 1974 B1).

Pour prendre la mesure de ce qui est ici écarté, encore convient-il d'identifier en quoi les contenus sociaux et les éléments culturels sont susceptibles d'avoir une influence déterminante et de fait structurelle sur les systèmes artificiels conçus.

A cet effet nous proposons de présenter quelques éléments de ce que nous désignons ici comme altérité radicale.

L'altérité radicale consiste en ce que deux entités, systèmes ou individus sont d'une nature telle que l'une ne peut pas être réduite à l'autre sans que quelque chose de déterminant dans son mode de fonctionnement ne soit écarté.

Nous en présentons quelques exemples.

Nous commencerons à rencontrer ici les concepts pertinents dans le cadre de l'altérité radicale (hétérotopie, hétérochronie, hétérarchie) qui nous guident par la suite pour instrumenter et concevoir des systèmes artificiels en ingénierie des connaissances de systèmes sociaux de données hétérogènes.

3.1 Diversité de l'altérité radicale

Nous mentionnerons ici quatre exemples d'altérité radicale pour montrer la diversité des formes qu'elle peut prendre.

Dans le cadre de précédents travaux (Saurel, 1998a B2, pp. 315-333) nous avons déjà été amenés à détailler une diversité de certains éléments cérébraux dont nous considérons qu'ils entrent dans ce que nous appelons ici altérité radicale.

3.1.1 L'altérité radicale vue par l'anthropologie

L'anthropologie est un lieu dans le cadre duquel l'interrogation sur l'altérité au sein d'autres cultures est au cœur même du projet scientifique.

L'anthropologie va d'abord identifier et décrire cette altérité en utilisant différentes méthodes qui *in fine* ont pour objet de ne pas réduire l'altérité observée par le regard du sujet observant cette altérité.

Après avoir décrit cette altérité, l'anthropologie peut chercher à en décrire les dynamiques internes et les structures.

Cette recherche peut prendre la forme de l'identification des structures qui assurent le fonctionnement de la filiation, de la transmission des connaissances ou de la parenté (Lévi-Strauss, 1949 B1).

L'anthropologie recherche alors au-delà des altérités radicales constatées, si des structures sous-jacentes permettent d'identifier des invariants.

En l'occurrence Claude Lévi-Strauss identifie avec l'aide d'André Weil des invariants de groupe alors même que les modalités de parenté sont en apparence d'une forme radicalement différente.

Ce qui signifie que lorsque des invariants sont mis à jour les altérités radicales sont rapprochées sur le fond d'une structure commune qui les relie même lorsque les situations observées font apparaître une altérité radicale persistante.

Cette attention portée par l'anthropologie sur l'altérité, même si elle est centrée sur l'homme et les systèmes sociaux dans lesquels il s'insère, porte également sur les relations entre humains et non-humains, chaque culture attribuant des rôles particuliers et des catégorisations ontologiques notamment au sein des non humains entre les êtres vivants ou artificiels, qui ne sont pas nécessairement ceux que nous attribuons dans notre société contemporaine industrielle.

Dans nos travaux sur l'altérité radicale relative à la constitution de systèmes de connaissance en matière d'intelligence territoriale pour des systèmes hétérogènes de données issues de territoires vus par des groupes sociaux, nous nous sommes appuyés notamment sur les catégorisations de Philippe Descola ((Descola 2005 B1) et (Descola 2014 B1)) en quatre grandes familles de cultures (animisme, totémisme, naturalisme et analogisme) qui organisent notamment les relations sociales entre les humains et les non-humains.

Cette catégorisation d'altérités radicales par Philippe Descola nous a été particulièrement utile pour rendre compte de territoires comme ceux du Grand cul de sac marin en Guadeloupe (Rousseaux, Saurel et Petit, 2014, B2 et Annexe A).

3.1.2 Paul Feyerabend et l'incommensurabilité des théories scientifiques,

Paul Feyerabend a longuement défini puis étudié les problématiques posées par l'incommensurabilité des théories scientifiques.

Paul Feyerabend pose le problème pour la première fois dans sa thèse de 1951. Ce problème sera repris dans un article de 1958 (Feyerabend, 1958 B1) mais il le traitera et l'approfondira régulièrement comme par exemple dans son livre synthèse de 1978 (Feyerabend, 1978 B1).

Cette notion d'incommensurabilité des théories sera en particulier reprise et discutée par Thomas Kuhn (Kuhn, 1962 B1).

L'incommensurabilité des théories scientifiques selon Kuhn et Feyerabend ont été comparées (Oberheim et Hoyningen-Huene, 2013 B1) même si elles paraissent incompatibles l'une avec l'autre.

Rejetant les approches pragmatiques et phénoménologiques des théories, Feyerabend interprète les langages d'observation par les théories qui expliquent ce que nous observons. De telles interprétations changent dès que les théories changent. Feyerabend réalise alors que les interprétations de ce genre rendent impossible l'établissement de relations déductives entre des théories rivales. Feyerabend a alors cherché à établir des comparaisons entre théories scientifiques indépendantes de ces relations.

Cette démarche aboutit chez Feyerabend à la notion d'incommensurabilité entre théories lorsqu'il cherche à spécifier (Feyerabend, 1958 B1) les conditions selon lesquelles deux théories du même domaine sont déductivement disjointes.

L'incommensurabilité de certaines théories scientifiques peut paraître constituer un obstacle à la mise en œuvre d'une connaissance objective et scientifique.

Il n'en est rien selon Feyerabend, bien au contraire.

Feyerabend va plus loin encore et considère que (Feyerabend, 1979, p. 46) : *« l'unanimité dans l'opinion peut convenir à une Eglise, aux victimes terrorisées ou ambitieuses de quelque mythe (ancien ou moderne) ou aux adeptes faibles et soumis de quelque tyran. Mais la variété des opinions est indispensable à une connaissance objective. Et une méthode qui encourage la variété est aussi la seule méthode compatible avec des idées humanistes ».*

L'altérité et l'altérité radicale prennent ici la forme des théories et des systèmes d'idées qu'elles articulent et qui ne peuvent pas être réduites l'une à l'autre.

3.1.3 John von Neumann et les deux mécaniques : refondation axiomatique de la mécanique quantique

Deux approches de la mécanique quantique radicalement opposées et dont tout laisse à penser qu'elles sont incompatibles se font face au début des années 1930 lorsque John von Neumann cherche à en proposer une approche et un fondement axiomatiques.

Les objets quantiques, d'un point de vue phénoménologique se présentent soit sous une forme corpusculaire soit sous une forme ondulatoire. Or la physique depuis le milieu du XIX^{ème} siècle oppose ondes et corpuscules. Les ondes relèvent des lois de l'électro-magnétique (Maxwell) alors que les corpuscules relèvent de la mécanique. Les formalismes permettant de

rendre compte de ces deux domaines de la physique sont à l'opposé l'un de l'autre tout comme la matière qui fonde ces deux domaines relève pour les contemporains de deux parties du monde qui sont d'une nature hétérogène.

John von Neumann a conscience de cette hétérogénéité entre les théories qui se complètent en rendant compte des phénomènes observés, rapprochées par Dirac et Jordan dans une théorie nouvelle dont il va parachever le fondement (von Neumann, 1932 B1 pp. 4-5 de la traduction française) : « [...] *Il n'existait pas, à l'époque dont nous parlons, une théorie physico-mathématique des quanta, rendant compte de tous les faits connus, envisagés d'un point de vue unique. [...] Malgré ses tendances à l'universalité, [...] l'ancienne théorie des quanta manquait totalement d'un ensemble homogène de conceptions fondamentales et d'une méthode unitaire de calcul. [...] Born, Heisenberg et Jordan, et peu après Dirac, purent développer une idée de Heisenberg et en déduire une nouvelle théorie des quanta, la première théorie quantique complète que la Physique ait jamais connue. [...] Parti d'un point de vue tout à fait différent, Schrödinger découvrit un peu plus tard la « mécanique ondulatoire », qui pouvait rendre les mêmes services et qui se trouva être équivalente, (au moins du point de vue mathématique) à la théorie de Heisenberg, Born, Jordan et Dirac. [...] Dirac et Jordan réussirent à fondre ensemble les deux théories en une seule. [...] au moins pouvons-nous dire maintenant qu'il existe une discipline applicable à tous les cas, dans laquelle les lois de quanta trouvent automatiquement leur place et qui rend compte d'une façon satisfaisante de la plus grande partie des résultats expérimentaux connus.* »

Une des formes du rapprochement de ces deux théories dont les conceptions sont fondamentalement opposées consiste donc en la création d'une nouvelle théorie, autre, et qui pourra, au-delà de ces oppositions, rendre compte « *de la plus grande partie des résultats expérimentaux connus* » et, en l'espèce, être axiomatiquement fondée ou sinon proposer une cohérence globale scientifiquement satisfaisante.

Il en est de même pour les systèmes d'information ou de connaissances en général pour lesquels, lorsque deux d'entre eux sont essentiellement hétérogènes, une des possibilités consiste à en constituer un troisième dont les concepts constitutifs et les formes normatives ne seront ni ceux du premier ni ceux du deuxième mais ceux d'un troisième, à définir, et qui pourra intégrer suffisamment les éléments dont le premier et le deuxième système rendent compte (en terme de données et de processus par exemple).

L'altérité et l'altérité radicale prennent ici la forme de deux théories scientifiques opposées qui ne peuvent pas être réduites l'une à l'autre et pour lesquelles en l'occurrence une nouvelle axiomatique va être proposée qui rendra compte « *d'une façon satisfaisante de la plus grande partie des résultats expérimentaux connus* » (von Neumann, 1932 B1).

3.1.4 Hétérogénéité des systèmes de normes

Le droit comme exemple de système de normes n'est pas à proprement parler un système formel. Il comporte en son sein des ensembles de systèmes de règles différentes dont le nombre est particulièrement élevé et évolue tous les jours.

Nous avons déjà été amenés à étudier les ensembles de systèmes de règles formelles et ses différentes formalisations sous forme notamment de systèmes d'automates (Saurel, 1996b B2).

Mais avec le droit les systèmes de règles associés sont sans pareil actuellement dans l'univers des systèmes formels et de l'informatique.

Certains juristes ne s'y sont pas trompé et ont depuis longtemps pris le droit comme terrain de mise en œuvre de l'intelligence artificielle. Danièle Bourcier, avec d'autres (Bourcier et Bench-Capon, 2012 B1) a tracé les grandes étapes des exemples d'application de l'intelligence artificielle au droit.

Les théoriciens du droit eux-mêmes ont repris certaines des idées de l'intelligence artificielle pour l'appliquer à l'interprétation du système juridique. On peut citer à titre d'exemple les travaux sur le flou du droit (Delmas-Marty, 1986 B1) qui interviennent au moment où la logique floue prend son essor ou encore les travaux sur le droit comme système autopoïétique (Teubner, 1993 B1), en référence aux travaux sur l'auto-poïèse. L'étude des modalités temporelles dans lesquelles s'inscrit le droit ont fait également l'objet de travaux spécifiques (Ost, 1999 B1) que l'on peut là encore rapprocher des travaux sur les modalités temporelles et notamment de causalité que l'on retrouve dans les travaux sur les machines et l'intelligence artificielle.

L'univers juridique est un système d'une grande densité de règles qui comporte non seulement des règles mais aussi des règles indiquant comment les règles doivent être appliquées (les règles de procédure) et des instances d'application des règles (les juridictions).

Entre systèmes juridiques nationaux, on trouve des points communs et des influences réciproques, mais aussi des différences dont certaines peuvent être radicales de sorte que ce qui est interdit dans un système de droit peut être obligatoire dans l'autre. On peut citer à titre d'exemple la collecte de données relatives par exemple à la religion ou à l'origine ethnique qui sont très encadrées et en général interdites en France et en Europe alors qu'elles sont non seulement autorisées mais même parfois obligatoires aux Etats-Unis par exemple lorsqu'il s'agit de mettre en œuvre en pratique le principe de discrimination positive.

Dans un système juridique donné, cet ensemble est hétérogène mais les théoriciens du droit ont identifié des principes organisateurs de ces règles.

Il convient tout d'abord de citer les principes qui organisent les normes dans une hiérarchie dite pyramidale, les règles les plus abstraites étant au sommet de cette pyramide et les règles d'interprétation ou de précision se trouvant de plus en plus bas au sein de cette pyramide. Kelsen est le théoricien qui a le plus systématiquement développé cette idée (Kelsen, 1962, B1).

Les règles sont alors ordonnées dans un grand ensemble au sein de chaque grand système de droit national.

Il n'en demeure pas moins qu'au sein de chaque système de droit, les dynamiques et les relations entre règles sont d'une extrême sophistication et même présentent les caractéristiques attribuées aux systèmes complexes (Bourcier, Boulet et Mazzega, 2010 B1).

Au-delà des sophistications des relations entre règles et des dynamiques d'évolution se pose également celle de l'applicabilité effective de ces règles par le juge et plus généralement par toute instance dont le rôle au sein de ce système consiste à arrêter une décision en rendant un jugement qui tranche une situation conflictuelle entre deux positions opposées et toutes deux rationnellement argumentées et cohérentes.

Ronal Dworkin (Dworkin, 1994) et Chaïm Perelman (Perelman et Olbrechts-Tyteca, 1958) ont, chacun à leur manière, montré que ce gigantesque système de règles articulées nécessitait aussi des modalités d'interprétation, la sémantique d'ensemble n'étant pas suffisante pour déterminer les solutions d'application des règles dans les situations suffisamment sophistiquées.

Au sein de chaque système juridique national on peut identifier des îlots de rationalités hétérogènes.

C'est le cas notamment de l'articulation rencontrée, en particulier dans le système judiciaire français, lors des expertises judiciaires et notamment lors des expertises judiciaires en informatique.

Les systèmes de règles juridiques entrecroisent des compétences juridiques qui sont entre les mains du juge et des compétences techniques, notamment en informatique qui sont entre les mains de l'expert judiciaire en informatique.

L'ensemble est un système hétérogène qui, de loin, paraît décomposé en deux grands ensembles, l'un juridique et l'autre technique (informatique), mais dont les entrecroisements sont dans la pratique beaucoup plus sophistiqués et reliés les uns aux autres.

Nous avons procédé pendant une dizaine d'années à un travail important et approfondi d'étude des modalités selon lesquelles le système judiciaire français tient compte des connaissances techniques en informatique.

Ce sont notamment des règles de gouvernance qui s'inscrivent au plus bas niveau de la hiérarchie des normes qui vont détailler les modalités pratiques de pilotage de l'articulation entre les règles de droit et les compétences techniques de l'expert ((Saurel et Charpentier, 2006a B2), (Saurel et Charpentier, 2006b B2), (Saurel et Pétrone, 2006c B2) et (Saurel, 2008 B2)).

On peut pointer à cette occasion les problématiques de mise en abyme (et de récursivité) qui apparaissent dans ces questions. Par exemple les contrats d'intégration informatique comportent des Plans Assurance Qualité (PAQ) en annexe, mêlant et organisant les relations entre les équipes techniques et les obligations juridiques (Saurel et Pétrone, 2006a B2), relations que le juge et l'expert devront analyser avec leurs compétences juridique et technique respectives. Les expertises dans l'expertise ou après l'expertise sont possibles et pratiquées, seuls le temps et les moyens financiers et techniques étant susceptibles de limiter l'inventivité de l'exploitation des règles procédurales articulant informatique et droit. Nous avons déjà pointé que ces situations aboutissent à des relations d'acteurs dynamiques et d'échanges de rôles notamment ((Saurel et Jardat, 2009 B2) et (Jardat et Saurel, 2011 B2)).

L'hétérogénéité du système de normes apparaît également au lieu de la confrontation entre systèmes juridiques nationaux différents.

C'est cette hétérogénéité qui est particulièrement pointée par les théoriciens du droit comme Mireille Delmas-Marty. Elle utilise à ce propos le terme de pluralisme.

Mireille Delmas-Marty précise comment entre l'un et le multiple, diverses formes de pluralisme juridique sont actuellement en jeu (Delmas-Marty, 2006a B1, pp. 7-38). Elle montre notamment que les systèmes juridiques divers ne peuvent pas s'ignorer en cherchant à rester autonomes, l'autonomie étant illusoire selon elle (Delmas-Marty, 2006a B1 pp. 20-25). Bien au contraire Mireille Delmas-Marty montre que ces systèmes juridiques sont en interactions (Delmas-Marty, 2006b B1).

Ces interactions, par exemple au niveau européen, réorganisent par fertilisations communes les éventuelles pyramides de normes des systèmes de règles nationales et mettent en place des organisations de règles qui semblent désormais davantage en réseaux (Bernardi, 2004 B1).

Au niveau international entre grands ensembles juridiques, ces interactions des systèmes de règles oscillent entre plusieurs modalités dont on ne sait si l'une va l'emporter ou si tout

simplement les dynamiques ne vont pas simplement se poursuivre sans que l'une ou l'autre ne devienne dominante.

Martine Delmas-Marty emploie le terme de pluralisme ordonné (Delmas-Marty, 2006a, B1) tout en souhaitant qu'un droit commun international minimal se mette en place notamment en matière de droits de l'homme.

Au sein de cette dynamique des systèmes de normes et de ce pluralisme ordonné, Martine Delmas – Marty identifie à tout le moins trois types d'interactions inter-systèmes :

- La coordination par entrecroisements (Delmas-Marty, 2006a, B1 pp. 39-68) ;
- L'harmonisation par rapprochement comme intégration imparfaite (Delmas-Marty, 2006a, B1 pp. 69-99) ;
- L'unification par hybridation sous trois formes de transplantation, d'hybridation ou d'unification (Delmas-Marty, 2006a, B1 pp. 101-129).

L'altérité et l'altérité radicale prennent ici la forme de deux ou plusieurs systèmes de normes qui ne peuvent pas être réduits l'un à l'autre et pour lesquels des dynamiques d'interactions entre systèmes sont à l'œuvre en plus des dynamiques internes propres à chacun de ces systèmes de normes.

3.2 Cinq observations sur l'élaboration de systèmes de connaissance artificiels tenant compte de l'altérité radicale

Nous identifions cinq points particuliers à relever pour des systèmes de connaissance artificiels tenant compte de l'altérité radicale.

3.2.1 La volonté d'englober la totalité des systèmes de connaissance

Nous avons déjà indiqué que l'ambition initiale et fondatrice de l'intelligence artificielle s'appuie sur le programme de Hilbert qui avait lui-même pour ambition une connaissance totale s'appuyant sur la méthodologie axiomatique.

Il serait erroné de croire que les limites théoriques d'une connaissance totale par la méthode axiomatique freine les meneurs de l'intelligence artificielle qui continuent à poursuivre l'objectif consistant à mettre en place une intelligence artificielle capable non seulement de remplacer l'intelligence humaine mais aussi de se substituer, de compléter ou d'appréhender toutes les formes d'intelligence.

Or l'altérité radicale est le support d'une des formes de l'intelligence, à savoir l'intelligence interpersonnelle ou sociale dont une des manifestations est la capacité d'empathie, de coopération ou de tolérance avec des tiers (Gardner, 2010 B1).

Dans ce contexte, l'intelligence artificielle doit tenir compte des éléments portés par la diversité du groupe. Nous avons vu que cette altérité peut prendre différentes formes dont des groupes de systèmes axiomatiques (ou de programmes).

3.2.2 L'impossible isomorphisme universel

Un des moyens d'écarter l'altérité consiste à ne retenir qu'un ou quelques modèles prototypes auxquels les autres systèmes axiomatiques peuvent être ramenés.

Lorsque plusieurs systèmes logiques présentent les mêmes caractéristiques fonctionnelles, il est habituel de les ramener, à un isomorphisme près, au représentant prototype de la classe.

Nous avons démontré dans le cadre des espaces de Hilbert (Saurel, 1998a B2, pp. 337-338), que cette méthode d'utilisation des isomorphismes présente des difficultés car elle contraint, dès que l'on a trois espaces différents mais isomorphes, à exhiber ces isomorphismes, ce qui n'est que rarement possible.

Dit autrement, lorsque l'on sait qu'un système logique correspond à une classe on peut se contenter d'étudier cette classe.

Mais dès que deux systèmes logiques différents appartiennent à une même classe et correspondent au même prototype, il est nécessaire d'exhiber la transformation qui permet de s'y ramener. En dehors des cas triviaux d'identité, cela nécessite d'exhiber les transformations qui permettent de s'y ramener.

Or ces transformations seront en général différentes et si l'on veut tenir compte du système global comportant à la fois les deux systèmes, aucune de ces deux transformations ne permettra, en l'appliquant à cet ensemble, de le ramener au prototype.

Il n'existe ainsi pas d'isomorphisme universel et dès que nous souhaitons travailler ensemble sur plusieurs systèmes différents, même si leur fonctionnement est isomorphiquement identique, le fait de souhaiter les étudier ensemble ne permet plus de se contenter d'analyser le système prototype qui les représente.

Là encore cela signifie que nous devons être capables de développer une forme d'intelligence artificielle qui tienne compte de la diversité des systèmes, lesquels, quoique fonctionnant de la même manière, devraient être étudiés ensemble comme un tout.

3.2.3 Les illusions de l'intégration de l'altérité réduite

Une des manières intuitives et simples de tenir compte de l'altérité consiste à la réduire puis à l'intégrer.

Soit un système d'intelligence artificielle S (système axiomatique ou formel par exemple). On suppose que, vu de ce système on constate une altérité A (radicale ou non). La première étape consiste à la mettre au format, c'est-à-dire à en retenir (par exemple sous forme d'un modèle) des éléments qui peuvent tous être exprimés dans S . Cette première étape, de mise au format, peut être considérée comme une réduction car elle laisse de côté tous les éléments de l'altérité qui précisément n'entraient pas dans cette mise au format.

La deuxième étape consiste à adjoindre à S les éléments de l'altérité après mise au format. Cette deuxième étape est celle que nous appelons intégration.

Formellement l'altérité a ainsi été intégrée dans le système S .

Dans les faits, cette intégration après réduction ne tient pas compte des éléments qui n'ont pas été conservés au moment de la mise au format. Il s'agit de fait d'une négation de ce qui faisait l'altérité de A du point de vue de S .

Cette intégration n'est donc pas satisfaisante en ce qu'il s'agit non pas d'une prise en compte de ce qui fait l'altérité de A pour S qui permettrait effectivement d'étendre S en tenant compte de l'altérité de A , mais seulement d'un recadrage et d'une mise au format de A .

3.2.4 La complexité des systèmes à trois niveaux

Nous avons constaté en modélisant puis en simulant un système à trois niveaux d'éléments issus de systèmes sociaux ((Eberwein et Saurel, 1995a B2) et (Eberwein et Saurel, 1995b B2)) que dès que l'on atteint trois niveaux hiérarchiques (individus, groupes et champ global par

exemple) et même avec un nombre restreint de paramètres, on peut voir apparaître des transitions de phase presque pilotables.

En terme de modélisations et de simulations cela a pour conséquence que nous devons réduire *a minima* nos modèles et nos simulations si nous voulons pouvoir les étudier et qu'en tout état de cause il ne faut pas intégrer dans le modèle plus de trois niveaux faute de quoi on verrait apparaître dans la simulation des transitions de phase et donc des niveaux de complexité supplémentaires non nécessairement maîtrisés ou sollicités.

Cette situation amène à réaliser des choix lorsque nous définissons nos modèles et nos systèmes de connaissance. Si nous souhaitons pouvoir étudier leurs simulations nous devons réduire le nombre de paramètres.

Mais dans ce cas nous ne pouvons pas facilement modéliser et simuler des situations simples pour lesquelles les agents seraient de types très variés.

Nous sommes dans de tels cas, contraints de faire un compromis entre la volonté de simuler l'altérité et la volonté de l'analyser.

3.2.5 Les limites gödeliennes à la connaissance totale : systèmes axiomatiques dérivés hétérogènes

Les systèmes axiomatiques sont le socle minimal de l'intelligence artificielle, socle qui ne recouvre pas nécessairement l'intelligence humaine.

Or les théorèmes de Gödel nous indiquent que tout système axiomatique A (suffisamment puissant) permet d'énoncer dans A des propositions indécidables, par exemple P.

Dérivons de A et P deux systèmes axiomatiques A_0 et A_1 . Considérons A_0 et A_1 deux systèmes axiomatiques dérivés de A avec A_0 qui est constitué du système axiomatique A auquel on a adjoint la proposition P considérée comme vraie et A_1 auquel on a adjoint la proposition P considérée comme fausse.

Réitérons le procédé. Il s'agit pour A_0 de dériver A_0 à partir d'une proposition indécidable P_0 et A_1 avec une proposition indécidable P_1 .

On obtient des axiomatiques que nous notons désormais respectivement A_{00} et A_{01} pour celles dérivées de A_0 et A_{10} et A_{11} pour celles dérivées de A_1 .

Itérons cette opération de dérivation un nombre fini mais élevé de fois à partir de A. On va obtenir des systèmes axiomatiques dérivés dont nous savons que pris deux à deux ils comportent au moins une proposition qui les contredit mais qui peuvent même être très différents l'un de l'autre compte tenu de toutes les propositions qui peuvent être déduites dans chacun de ces systèmes et qui sont liées d'une part aux propositions qui sont contredites de l'un à l'autre et d'autre part aux propositions qui sont la conséquence d'une décision réalisée dans un système et qui n'a pas nécessairement le même statut dans l'autre.

Dans le cas que nous venons de décrire les axiomatiques comportent toutes un socle commun A, ce qui n'est pas toujours le cas des relations entre deux axiomatiques.

Un système d'intelligence artificiel tenant compte des altérités radicales devrait être capable d'anticiper non seulement les possibilités dans un espace axiomatique donné mais également tenir compte des possibilités qui pourraient découler des dérivations d'axiomatiques que nous venons de décrire.

Ce système d'intelligence artificielle devrait ainsi tenir compte de cette forme d'altérité.

Les théoriciens du droit ont intégré les conséquences de ces théorèmes.

Cornu par exemple (Cornu, 2005 B1) identifie ce qu'il appelle la tragédie des trois C, à savoir que dans un système de normes suffisamment complexe, on doit renoncer soit à la complétude soit à la cohérence.

4 Concepts, modèles et outils pour une intelligence artificielle tenant compte de l'altérité radicale

Nous présentons ici quelques concepts, modèles et outils permettant de tenir compte de l'altérité radicale en ingénierie des connaissances.

4.1 Opérateurs d'altérité

Nous présentons tout d'abord des opérateurs d'altérité qui sont selon nous un moyen abstrait d'identifier les compositions possibles entre systèmes de connaissance radicalement autres entre eux.

Les questions posées portent notamment sur les possibilités de composition des systèmes axiomatiques susceptibles d'être autres voire incompatibles, par exemple si des propositions indécidables ont été décidées comme vraies dans un système axiomatique dérivé et comme fausses dans l'autre.

Avec ces opérateurs dont nous décrivons ici quelques propriétés nous nous interrogeons sur la possibilité d'une grammaire des systèmes axiomatiques (et donc de connaissance) qui résulterait par exemple des différents modes de composition de ces opérateurs.

4.1.1 Définitions pour les opérateurs d'altérité

Soient deux systèmes axiomatiques A et B dont les axiomes ou règles sont respectivement les a_i et b_i . On note D_A et I_A respectivement l'ensemble des propositions décidables dans A et I_A l'ensemble des propositions indécidables dans A.

Les opérateurs que nous définissons ci-dessous ne sont pas nécessairement uniques et ne définissent pas nécessairement une unique axiomatique comme résultat de leur opération, mais éventuellement une famille d'axiomatiques.

Nous essaierons autant que possible de présenter des exemples de mises en œuvre de ces opérateurs d'altérité, même si ces exemples ne portent pas directement sur des systèmes axiomatiques au sens strict.

Nous précisons d'ores et déjà que les opérateurs définis ci-dessous sont des familles d'opérateurs. Nous utiliserons abusivement le terme d'opérateur au lieu de famille d'opérateurs par souci de simplification de la présentation.

4.1.2 L'opérateur de plongement ou d'implantation

Les opérateurs P de plongement sont des opérateurs (la famille \mathcal{P} des opérateurs de plongement) pour lesquels l'axiomatique C issue de la confrontation des deux systèmes A et B comporte tous les axiomes de A, toutes les propositions décidables de A qui sont connues comme telles (qui ont déjà été formulées) ainsi que toutes les propositions décidables de B qui sont connues comme telles et qui sont des propositions de A décidables sans être nécessairement connues comme telles.

4.1.3 L'opérateur d'oscillation par alternance

Les opérateurs O d'oscillation sont des opérateurs (la famille \mathcal{O} des opérateurs d'alternance) pour lesquels l'axiomatique C issue de la confrontation des deux systèmes A et B évolue dynamiquement en boucle entre A et B. C correspond par exemple à A pendant un certain temps puis à B avant de revenir à A.

Nous avons déjà rencontré ces opérations d'oscillation dans le cadre des expertises judiciaires en informatique pour lesquelles les acteurs prenaient alternativement un rôle puis un autre parmi la structure des rôles identifiée ((Saurel et Jardat, 2009 B2) et (Jardat et Saurel, 2011 B2).

4.1.4 L'opérateur d'annihilation

Les opérateurs A d'annihilation sont des opérateurs (la famille \mathcal{A} des opérateurs d'annihilation) pour lesquels l'axiomatique C issue de la confrontation des deux systèmes A et B correspond soit à A soit à B.

Il s'agit en quelque sorte de ne tenir compte en aucune manière de l'un des deux systèmes.

Typiquement en matière de fusion de deux bases de données, par exemple, dont les champs seraient identiques, cela consisterait dans le cadre d'une reprise de données, à ne prendre systématiquement que les données issues d'une des deux bases sans tenir compte des valeurs présentes dans l'autre base de données.

4.1.5 L'opérateur de collection

Les opérateurs C de collection sont des opérateurs (la famille \mathcal{C} des opérateurs de collection) pour lesquels l'axiomatique C issue de la confrontation des deux systèmes A et B est telle que les propositions dans A ainsi que les propositions dans B peuvent être formulées comme des propositions dans C. Ceci n'est pas possible pour toutes les axiomatiques.

4.1.6 Les opérateurs d'hybridation

Les opérateurs H d'hybridation sont des opérateurs (la famille \mathcal{H} des opérateurs d'hybridation) pour lesquels l'axiomatique C issue de la confrontation des deux systèmes A et B comporte un mélange et une hybridation des éléments de A et de B.

Cette opération d'hybridation peut prendre différentes formes.

A tout le moins, C comportera des axiomes et des propositions décidables de D_A ainsi que des axiomes et des propositions décidables de D_B . Rien n'indique que les propositions retenues ne constitueront pas un système C soit dont certaines propositions seront contradictoires soit dont certaines conséquences feront de C un ensemble inconsistent. Dans la pratique, on fera en sorte de modifier C, si nécessaire, et d'évacuer les propositions susceptibles de générer des inconsistances.

On peut citer trois exemples.

Tout d'abord l'hybridation de programmes telle qu'elle a été développée au moyen des algorithmes génétiques ((Holland, 1975), (Goldberg, 1989) et (Koza, 1990)). Les programmes obtenus au fur et à mesure de l'évolution du système sont des hybridations des programmes actifs dans le système.

Ensuite on peut citer les hybridations identifiées dans l'évolution des systèmes de normes. Mireille Delmas-Marty donne de tels exemples (Delmas-Marty, 2006a B1 p. 113) : « *ni le Corpus juris [portant dispositions pénales pour la protection des intérêts financiers de l'UE] ni le statut des TPI [Tribunaux Pénaux Internationaux], puis de la CPI [Cour Pénale Internationale], n'ont vocation à se substituer au droit national ; ils sont destinés à entrer dans un jeu plus complexe d'interactions où l'harmonisation et les entrecroisements horizontaux ont aussi leur rôle, démontrant que l'hybridation est un processus non linéaire et que la figure qui en résulte (celle de l'hybride) n'est pas la figure parfaite dessinée par le peintre, mais une forme composite et instable* ».

On peut également citer le mode de fonctionnement du Tribunal Pénal International pour l'ex-Yougoslavie (TPIY) dont les règles de procédure et d'administration de la preuve étaient un subtil mélange idiosyncratique entre les règles des juridictions anglo-saxonnes et celles du droit continental mélangeant procédure accusatoire et procédure inquisitoire (Saurel, 2000 B2). Ce dosage avait pour conséquence de fixer les règles mais de ne pas connaître les conséquences nécessaires de la juxtaposition des règles définies, contraignant le TPIY à gérer de très nombreux incidents de procédure consistant à trancher des situations indécises du fait de l'hybridation définie.

4.1.7 Les opérateurs de refondation

Les opérateurs R de refondation sont des opérateurs (la famille \mathcal{R} des opérateurs de refondation) pour lesquels l'axiomatique C issue de la confrontation des deux systèmes A et B est totalement distincte de A et de B .

Potentiellement C peut être tel que les propositions formulées dans C ne sont ni des propositions dans A ni des propositions dans B .

Un exemple d'un tel opérateur de refondation est l'opération qui a permis à von Neumann de formuler l'axiomatique de la mécanique quantique à partir des formulations antérieures (von Neumann, 1932 B1). Dans cette nouvelle axiomatique, le spectre par exemple est l'ensemble des valeurs propres des opérateurs définis dans un espace de Hilbert. Ce spectre, tel que défini peut comporter à la fois un sous-ensemble discret et un sous-ensemble continu.

Les axiomatiques antérieures ne permettaient pas ces formulations lesquelles sont rendues possibles par la nouvelle axiomatique.

4.1.8 Les opérateurs d'étrangeté

Les opérateurs E d'étrangeté sont des opérateurs (la famille \mathcal{E} des opérateurs d'étrangeté) qui permettent à un système A d'identifier que le système B comporte des éléments d'altérité radicale à A .

La composition d'un opérateur de choix après un opérateur d'étrangeté permet d'identifier un sous-système de B qui comporte une altérité radicale pour A .

L'opérateur d'étrangeté peut consister par exemple à constater qu'une proposition ou un axiome de B ne peut pas être formulé dans A .

4.1.9 Les opérateurs de choix

Les opérateurs de choix X sont des opérateurs (la famille \mathcal{X} des opérateurs de choix) qui permettent de procéder, pour un système A , à l'identification soit d'un de ses sous-systèmes soit d'un sous-système de B .

L'opérateur de choix permet par exemple de saisir une proposition ou un axiome de A .

Un opérateur de choix peut permettre également d'identifier et d'isoler une proposition de B parmi celles qui ne peuvent pas être des propositions que l'on peut formuler dans A .

Cet opérateur est particulièrement utile si les systèmes A et B sont tels que de nombreuses propositions formulables dans B ne le sont pas dans A .

4.1.10 Les opérateurs de trace

Les opérateurs T de trace dans A sont des opérateurs (la famille \mathcal{T}_A des opérateurs de trace dans A) qui permettent de conserver les modifications d'un système A .

La composition des opérateurs d'altérité sur un système A peut avoir pour conséquence de modifier ce système. C'est le cas par exemple des opérateurs d'hybridation. Après hybridation de A et B, C est un système distinct. Les opérateurs de trace permettent d'adjoindre, à un système A (comme sous une forme de produit \otimes), A ou un de ses sous-systèmes, permettant de créer une sorte de système produit qui peut conserver les états successifs de A aux côtés de son état courant.

4.1.11 Les opérateurs de fermeture

Les opérateurs F de fermeture ou d'isolement sont des opérateurs (la famille \mathcal{F} des opérateurs de fermeture) qui permettent à un système de ne plus tenir compte des influences des systèmes B qui lui sont extérieurs.

Un opérateur de fermeture permet par exemple, en composition après un opérateur d'étrangeté E et de choix X, de ne pas tenir compte pour A de l'étrangeté choisie par X dans B après identification par E.

Les opérateurs de fermeture sont susceptibles d'être normatifs en ce qu'ils permettent à A de ne retenir des interactions avec B que des effets qui sont déjà des propositions de A.

4.2 Propriétés élémentaires des opérateurs d'altérité

Les opérateurs d'altérité ont pour vocation de restituer dans un cadre unique, toutes les interactions pouvant intervenir entre deux systèmes présentant une altérité radicale voire les évolutions de ces systèmes dans le même cadre.

Par construction les opérateurs d'altérité sont donc tels que l'on peut toujours appliquer un opérateur d'altérité après un opérateur d'altérité qui le précède.

Les opérateurs d'altérité sont composables (et donc itérables) sous réserve d'appliquer à ces opérateurs une éventuelle hybridation. Il s'agit d'une hybridation particulière qui a précisément pour vocation de permettre cette composabilité. Le socle de cette hybridation et ce qui dans cette hybridation relève de A ou B mérite sans doute une étude particulière pour chaque relation entre systèmes.

Au sein de la famille des opérateurs d'hybridation, l'identité est un élément neutre pour la composition des opérateurs.

La composition des opérateurs d'altérité, notée \bullet , est associative.

La composition des opérateurs d'altérité est en générale non commutative.

Au moyen des opérateurs de trace une deuxième opération sur les opérateurs est proposée, celle d'adjonction, notée \otimes .

Nous disposons en conséquence de deux opérations (\bullet et \otimes) sur les opérateurs d'altérité ainsi que d'un élément neutre pour la composition.

Ces deux opérations portent sur des familles d'opérateurs.

Disposant de deux opérations sur un ensemble et d'un élément neutre, des propriétés de structure, de type algébrique peuvent être envisagées comme existantes pour certaines sous-familles des opérateurs d'altérité.

L'étape suivante consiste :

- A étudier les sous-familles pour lesquelles des propriétés algébriques de structures sont identifiées ;
- Inversement, partant d'un type de structure algébrique donné, caractériser l'existence ou non de sous-familles d'opérateurs présentant cette structure.

4.3 Hétérotopies et intelligence territoriale

Le concept d'hétérotopie a été proposé et étudié par Michel Foucault (Foucault, 1967 B1).

Les hétérotopies sont fondamentalement des lieux qui définissent un espace hétérogène à son environnement et pour lequel les règles de fonctionnement sont propres. On peut citer à titre d'exemple le jardin, l'église, l'école, le cimetière, le navire ou le tribunal.

Nous avons mis en place une intelligence territoriale en utilisant le concept d'hétérotopie et les graphes et hypergraphes pour identifier des agencements et des liens entre données hétérogènes associées aux territoires.

Du point de vue des outils, nous avons utilisé la notion mathématique de complexe simplicial pour identifier des agencements au sein des hétérotopies.

La notion de complexe simplicial a été définie par Atkin ((Atkin, 1972 B1), (Atkin, 1974 B1), (Atkin, 1976 B1), (Atkin, 1977 B1) et (Atkin, 1981 B1)) pour identifier des propriétés de structure notamment dans le cadre de relations sociales entre agents.

Fondamentalement la notion de complexe simplicial est construite sur la base d'un hypergraphe (Berge, 1970 B1) pour lequel on étudie dans une sorte d'espace multi-dimensionnel des propriétés qui sont des extensions de propriétés de graphes ((Bollobas, 1978 B1) et (Minoux et Bartnik, 1986 B1)).

Les complexes simpliciaux permettent de mettre en place un algorithme de Q-analyse ((Legrand, 2002 B1) et (Legrand et al. 2012b B2)).

Les complexes simpliciaux et la Q-analyse permettent d'identifier des propriétés de structure des territoires étudiés et plus précisément des structures de données récoltées.

Ces analyses s'inscrivent dans ce que Johnson, qui utilise les hypergraphes et les travaux de Atkin, désigne sous le terme d'hyper-réseaux dans la science des systèmes complexes (Johnson, 2013 B1).

Les agencements obtenus permettent d'identifier des proximités ou des chemins entre entités que les topologies et les métriques naturelles et spatiales n'avaient pas fait apparaître. L'analyse des hypergraphes reliant les données associées à ces lieux, permet de les mettre en évidence.

Les agencements et réorganisations identifiées s'inscrivent comme des exemples de rapprochements entre altérités.

Une illustration autour de l'intelligence territoriale est présentée dans un article en annexe (Annexe A : Rousseaux, Saurel et Petit, 2014 B2).

4.4 Hétérochronies et temporalités dans les systèmes de e-learning

Allen Newell (Newell, 1990 B1) s'appuie sur les échelles de temps pour distinguer des niveaux de complexité des systèmes.

Les échelles de temps, selon les valeurs, définissent des bandes qui correspondent à des niveaux de complexité. Newell n'y recherche pas un mode explicatif particulier mais plutôt une causalité d'ingénierie, les mécanismes les plus complexes étant ceux composés d'éléments dont les latences temporelles sont plus réduites et les déterminent.

Mireille Delmas-Marty élabore quant à elle la notion de polychronie (Delmas-Marty, 2006a B1 pp. 227-254) en se plaçant dans des situations pour lesquelles les temporalités et les échelles de temps ne sont pas trop éloignées.

Dans l'univers du droit du numérique, des temporalités hétérogènes sont déjà à l'œuvre. Les contrats s'échangent désormais sur les plateformes de trading à haute fréquence sur des durées de l'ordre de 10^{-6} secondes. Le e-marketing permet de suivre la navigation des internautes sur des échelles de temps de 10^{-2} secondes permettant de produire des publicités rémanentes qui ne sont pas toujours sollicitées. Les grands acteurs du numérique (GAFA) développent de nouvelles fonctionnalités en environ 6 semaines. Les procédures au fond devant les juridictions spécialisées prennent au moins 18 mois en première instance. Les expertises judiciaires en informatique se déroulent sur environ 30 mois. Les procédures d'appel à Paris prennent environ 30 mois également. Une procédure devant la Cour de cassation se déroule sur environ 18 mois. Une directive ou un règlement européen se préparent pendant environ 5 ans et sont parfois retranscrits en droit national (pour les directives parfois plus de 5 ans après).

Ainsi pour la directive 95/46CE en matière de données personnelles, plus de 10 ans ont été nécessaires pour transposer en droit français cette modification européenne de la loi nationale du 6 janvier 1978. Dans la même matière un procès au fond peut durer près de 10 ans, cette durée se déroulant nécessairement après le vote de la loi. Pendant le même temps les acteurs qui exploitent ces données développent de nouvelles fonctionnalités en moins de 6 semaines.

Entre les 10^{-6} secondes du trading à haute fréquence et les 15 ans du vote d'une loi suivie d'un plein contentieux se déroulent des échelles de temps (facteur 10^{14}) qui justifient d'évoquer des hétérochronies et non pas seulement des polychronies.

L'identification et l'analyse des hétérochronies est un axe que nous développons en matière d'intelligence artificielle et notamment pour les apprentissages.

Nous avons combiné l'analyse de ces temporalités avec les graphes d'utilisation de contenus didactiques mis en ligne sur des plate-formes collaboratives de e-learning.

Dans cette perspective, le « time-graph » constitue une analyse temporelle des interactions dans les graphes et réseaux d'apprentissage d'utilisateurs apprenants chacun à leur rythme et suivant leur propre chemin.

Nous présentons une illustration de cette démarche autour du graphe temporelle d'une plate-forme collaborative d'apprentissage à distance (Annexe B : Blot, Saurel et Rousseaux 2014)

4.5 Hiérarchies, hétérarchies et données personnelles

La notion de hiérarchie au sein des systèmes complexes est un élément essentiel pour Simon (Simon, 1996 B1 pp. 183-216). Il insiste tout particulièrement sur cet aspect dans la troisième édition de son ouvrage *Sciences of the Artificial*.

Cette question de la hiérarchie des organisations est identifiée comme structurelle mais ne doit pas être imposée par le haut ou prédéfinie selon Hubert Dreyfus par exemple (Dreyfus, 1984 B1). Il s'agit pour lui d'un point essentiel et la hiérarchie doit être une conséquence intrinsèque du modèle d'organisation.

Il s'agit naturellement d'une difficulté particulière pour les approches *bottom-up*. Les modèles et les simulations émergentistes ou situationnistes doivent donc non seulement faire apparaître des organisations d'un niveau supérieur mais elles doivent également permettre de faire apparaître des structures au niveau supérieur.

Si l'on combine cette approche structurelle avec des hiérarchies d'une part et le fait que ces structures soient logiquement différentes, d'autre part, nous voyons la nécessité du concept d'hétérarchie.

Nous avons défini cette notion d'hétérarchie dans notre travail sur les structures hiérarchiques hétérogènes nécessaires pour simuler la structure matérielle cérébrale (Saurel, 1998a B2).

Cet exemple lié aux systèmes hétérogènes identifiés et structures en niveaux organisationnels est le premier qui nous a permis de dégager et d'identifier la notion d'altérité radicale ainsi que celle d'opérateur d'altérité dont les effets, dans le cas du cerveau, sont des processus d'interaction entre ces systèmes autres entre eux et qui se préservent comme tels.

Le concept d'hétérarchie est proposé semble-t-il pour la première fois par Mc Culloch (Mc Culloch, 1945) en relation avec la topologie des réseaux de neurones.

Cette notion d'hétérarchie a été reprise dans plusieurs travaux en anthropologie dans la description d'organisations hiérarchiques et hétérogènes (Crumley, 1995 B1).

Nous présentons ici deux illustrations du concept d'hétérarchie à savoir d'une part un modèle hétérarchique du système de gestion des données personnelles (Annexe C : Saurel 2012) et d'autre part une catégorisation des données personnelles (Annexe D : Saurel, Rousseaux et Danger 2014).

5 Conclusion et travaux à venir

Les exemples que nous allons citer ci-dessous, lorsqu'ils sont effectivement programmés, implémentés, mis en œuvre dans une machine, utilisent presque systématiquement les structures de données existantes, ce qui peut paraître en contradiction avec les hypothèses et les principes émis précédemment relativement à l'altérité radicale.

Cette méthodologie de développement est effectivement la plus simple et la plus immédiatement opératoire de sorte que les exemples développés ressortent bien de l'informatique et des sciences du numérique telles qu'elles sont aujourd'hui.

Il ne s'agit là que d'une éventuelle réduction méthodologique de l'altérité radicale.

Mais les réductions possibles sont alors multiples. Partant d'une même situation théorique intégrant plusieurs formes d'altérités, plusieurs réductions sous forme de modèles ou de simulations deviennent possibles.

Ce type de réduction explique que les exemples développés ou à venir puissent relever de structures de données ou de mises en œuvre en apparence éloignées du fait qu'il s'agit là d'instanciations et d'études différenciées des concepts pointés précédemment autour de l'altérité radicale.

5.1 Explorer les opérateurs d'altérité appliqués aux bases de données territoriales accessibles en open data

Nous allons continuer à mener nos travaux de recherche sur les opérateurs d'altérité appliqués aux territoires.

Concrètement, le plus simple consistera à examiner des bases de données territoriales, par exemples celles issues de l'open data et d'identifier les usages qui en sont fait lorsqu'elles sont intégrées à d'autres bases de données issues des mêmes territoires.

Il convient à cet égard de noter que les bases de données publiques en open data sont actuellement directement accessibles sur le site www.data.gouv.fr. Ce portail donne accès à de nombreuses bases de données territoriales accessibles en opendata. Pour autant, s'agissant de données issues de collectes autonomes, elles ne correspondent pas au même modèle de données.

En croisant les bases on doit donc retrouver toutes les difficultés en matière de bases hétérogènes ou comportant un historique de données non maîtrisé : doublons, données incohérentes ou corrompues, formats de données incompatibles avec les flux recherchés, etc.

Les utilisateurs de ces bases de données ne seront pas non plus nécessairement les concepteurs de ces mêmes bases. Les usages qu'ils définiront nécessitent des traitements et des types d'information qui ne sont pas nécessairement celles qui ont été définies dans le modèle de données des bases exploitées.

L'ouverture de ces bases de données en libre accès au public étant récente, de nombreux services seront sans doute proposés prochainement dans le cadre des appels à projets réalisés en particulier par les pouvoirs publics.

Le moment est donc particulièrement bienvenu pour suivre et accompagner les difficultés qui seront rencontrées dans l'alignement et l'exploitation de ces bases hétérogènes en en profitant

pour identifier, parmi les opérateurs d'altérité que nous avons définis, ceux qui seront utilisés et au contraire ceux qui ne le seront pas ainsi que les raisons de ces usages.

Les opérateurs d'altérité décrits ci-dessus permettent dans ce contexte d'étudier les liens entre bases de données hétérogènes. Ils permettent plus précisément de catégoriser les opérations réalisées lorsque des bases de données sont construites à partir de bases de données distinctes.

Nous allons dans ce contexte poursuivre notre étude systématique de l'utilisation des complexes simpliciaux appliqués aux territoires.

Nous avons déjà réalisé des travaux utilisant les complexes simpliciaux appliqués à des bases de données territoriales.

Mais actuellement les calculs ont été réalisés au cas par cas sans avoir programmé un outil systématique de calcul des complexes simpliciaux.

Ces travaux ont déjà été entamés dans une série d'articles et notamment ((Legrand et al. 2012a, B2) et (Legrand et al. 2012b B2)).

Ces articles utilisaient les complexes simpliciaux et la Q-analyse mais ils ne portaient pas spécifiquement sur les problématiques de calcul posées par les algorithmes décrivant les complexes simpliciaux.

Nous allons étudier plus systématiquement les résultats de cette méthode d'agencement en l'appliquant aux bases de données territoriales en libre accès.

Nos travaux à venir vont donc porter ici sur le développement d'un programme permettant de calculer systématiquement, par le biais de la Q-analyse, les agencements possibles pour une base de données territoriale donnée.

5.2 E-learning et parcours d'apprentissage

Les plateformes d'apprentissage sont un des lieux privilégiés permettant d'étudier plus particulièrement les concepts qui guident notre travail et notamment ceux de temporalité.

Dans cet esprit nous étudions actuellement les parcours réalisés par des étudiants sur des plateformes collaboratives déployées dans l'enseignement supérieur.

Cette analyse des traces est réalisée au moyen d'outils développés spécifiquement (time-graphe pour Moodle par exemple (Blot, Saurel et Rousseaux, 2014)).

Nous allons poursuivre cette direction de travail en développant :

- un module Moodle de recommandation de contenus permettant aux apprenants de personnaliser leurs parcours d'apprentissage ;
- une base de donnée catégorisant les contenus déposés sur les plateformes collaboratives en fonction de leur intérêt défini au regard des trajectoires d'apprentissage constatées à partir des parcours des apprenants.

Dans ce contexte, les opérateurs d'altérité permettent par exemple de catégoriser des transformations qui seraient faites sur des contenus de connaissance en ligne qui comporteraient ou non des parties communes ou rapprochables et qui donneraient lieu à la production à partir par exemple de deux séries de contenus de connaissance (deux cours en ligne), d'une troisième série (un troisième cours).

5.3 Travaux sur les liens entre données personnelles et processus d'identification

Dans la lignée des travaux que nous avons menés sur la catégorisation des données personnelles nous allons chercher à identifier des caractéristiques des bases de données anonymisées pour lesquelles des traitements et notamment des traitements de *Machine Learning* permettent une identification des personnes.

Les questions scientifiques posées sont nombreuses :

- Selon quels critères une base de données permet une identification simple ou au contraire est trop complexe ou consiste en une identification trop incertaine ne permettant pas de considérer que la donnée est personnelle au sens de la réglementation européenne ?
- Quelles sont les caractéristiques d'un sous-ensemble de taille maximal au sein du big data qui ne pourrait pas être calculé avec un quelconque algorithme par une machine de Turing pour identifier une personne ?

Là encore les opérateurs d'altérité peuvent nous fournir une grille de lecture. Deux bases de données qui ne permettent pas d'identification peuvent être rapprochées de sorte qu'après rapprochement, des processus permettent une identification de sorte que les données sont désormais personnelles. Le dispositif ainsi mis en place consiste précisément à partir de deux systèmes hétérogènes à procéder à une opération d'altérité qui fournit comme résultat des données personnelles et donc d'une nature autre.

5.4 Fusionner moteur de recherche, système expert et Machine Learning dans un outil dédié au système judiciaire

Nous avons également un projet de développement d'un outil dédié au système judiciaire et en particulier aux formes d'hétérogénéité que nous avons mentionnées ci-dessus.

Selon nous un tel outil pour recouvrir les hétérogénéités mentionnées devrait précisément reprendre une sorte de combinaison d'outils et plus précisément :

- Un moteur de recherche ;
- Un système expert ;
- Et des algorithmes de *Machine Learning*.

Le *Machine Learning* permettrait de procéder à la qualification juridique c'est-à-dire à la proposition d'un choix restreint de règles qui pourrait être appliqué au cas d'espèce.

Le système expert permettrait d'intégrer progressivement les milliers de règles qui seraient progressivement intégrées en mode semi-automatique, des humains spécialistes qualifiant la pertinence des règles correspondantes.

Les opérateurs d'altérité permettraient de donner une grille de lecture des règles progressivement exploitées ou intégrées dans la base de règles parmi l'ensemble des règles possibles dans le dispositif (lois et réglementations).

Un tel système semi-artificiel, permettrait de répondre à des besoins fonctionnels bien identifiés comme la prédictibilité des conséquences de l'insertion de nouvelles règles de loi dans un dispositif normatif existant.

5.5 Encadrements de thèses en cours et à venir

5.5.1 E-learning et parcours d'apprentissage

J'encadre un doctorant depuis novembre 2013 dont les recherches portent sur les systèmes collaboratifs d'apprentissage (e-learning et parcours d'apprentissage). C'est avec cet étudiant que les travaux ont été menés sur l'hétérogénéité de systèmes d'apprentissage et sur le suivi des contenus.

Cet encadrement a donné lieu à la mise en place d'outils développés spécifiquement pour analyser et exploiter les données issues de Moodle sous des formes temporelles et de parcours (time-graph).

Ces travaux donnent lieu à des publications régulières en fonction des avancements et des difficultés rencontrées (voir la bibliographie B2 sur le time-graph).

5.5.2 Bases de données dialogiques

J'encadre un deuxième thésard (Yann Girard), en reprise de thèse, qui travaille actuellement sur des bases de données de dialogues de plusieurs interlocuteurs.

Yann Girard utilise des outils de Machine Learning pour identifier et catégoriser, au sein des dialogues, ce sur quoi les interlocuteurs s'accordent ou non.

Ces travaux devraient donner lieu à publications dans les prochains mois.

5.5.3 Les hétérotopies et les bases de données territoriales

Je souhaite encadrer un troisième thésard pour travailler sur des bases de données territoriales et leurs désynchronisations.

Si nous obtenons le financement pour cela nous souhaitons encadrer un prochain thésard pour travailler sur les bases de données territoriales accessibles en open data.

Comme indiqué ci-dessus un tel sujet permettrait d'explorer les opérateurs d'altérité radicale et d'approfondir leurs propriétés algébriques.

L'idéal pour cet approfondissement serait de pouvoir tester les désynchronisations de bases de données modifiées par des agents intervenant localement comme elles sont constatées dans les territoires. L'idéal serait de simuler ces désynchronisations avec des outils permettant de réaliser du calcul parallèle ou localisé sur ces agents.

6 Bibliographie

Nous proposons ci-dessous deux bibliographies. La première est générale alors que la deuxième est spécifique et reprend exclusivement les publications dont nous sommes auteur ou co-auteur.

La première bibliographie est citée B1 et la deuxième B2, ce qui donne par exemple pour la première bibliographie (Beltran et Griset, 2007 B1).

6.1 Bibliographie générale

- ANDLER Daniel (dir.) (1992) *Introduction aux sciences cognitives*. Paris : Gallimard, Folio essais, 509 p.
- ANDLER Daniel (1998) Turing : pensée du calcul, calcul de la pensée. In Nef Frédéric (dir.) et Vernant Denis (dir.) *Le formalisme en question : le tournant des années 1930*. Paris : Vrin, pp. 13-35.
- ATKIN Ronald Harry (1972) From Cohomology in Physics to Q-connectivity in Social Science. *International Journal of Man-Machines Studies* vol. 4, pp. 341-362
- ATKIN Ronald Harry (1974) *Mathematical Structure in Human Affairs*. London : Heinemann, 212 p.
- ATKIN Ronald Harry (1976) An algebra for Patterns on a Complex II. *International Journal of Man-Machines Studies* vol. 8, pp. 483-498
- ATKIN Ronald Harry (1977) *Combinatorial Connectivities in Social Systems*. Bâle : Birkhäuser Verlag, 241 p.
- ATKIN Ronald Harry (1981) *Multidimensional man*. Londres : Penguin, 196 p.
- AUBIN Jean-Pierre (1991) *Viability Theory*. Boston : Birkhäuser
- BARTO Richard S. et SUTTON Andrew G. (1998) *Reinforcement learning: an introduction*. Cambridge : MIT Press, 322 p.
- BELTRAN Alain et GRISET Pascal (2007) *Histoire d'un pionnier de l'informatique – 40 ans de recherche à l'INRIA*. Paris : EDP Sciences, 287 p.
- BERGE Claude (1970) *Graphes et hypergraphes*. Paris : Dunod, 516 p.
- BERNARDI Alessandro (2004) Entre la pyramide et le réseau : les effets de l'eupéanisation du droit sur le système pénal. *Revue Interdisciplinaire d'Etudes Juridiques RIEJ*, 2004, pp. 1-48
- BERSINI Hugues (2006) *De l'intelligence humaine à l'intelligence artificielle*. Paris : Ellipses, 192 p.
- BERSINI Hugues, SPINETTE-ROSE Marie-Paule, SPINETTE-ROSE Robert (2008) *Les fondements de l'informatique : du bit à l'Internet*. Paris : Vuibert, 342 p.
- BODEN Margaret A. (1990) *The Philosophy of Artificial Intelligence*. Oxford : Oxford University Press, 452 p.
- BOLLOBAS Bela (1978) *Extremal Graph Theory*. Londres : Academic Press, 488 p.
- BONABEAU Eric et THERAULAZ Guy (coordonnateurs) (1994) *Intelligence collective*. Paris : Hermès, 288 p.

- BOREL Emile (1921) La théorie du jeu et les équations intégrales à noyau symétrique. Comptes rendus de l'Académie des sciences, vol. 173, 1921, pp. 1304-1308
- BOREL Emile, VILLE Jean et collaborateurs (1938), Traité du calcul des probabilités et de ses applications, volume IV, 2 : Applications aux jeux de hasard. *Sur la théorie générale des jeux où intervient l'habileté des joueurs*. Paris : Gauthier-Villars, pp. 105-113
- BOURCIER Danièle, BENCH-CAPON Trevor (2012). A history of AI and Law, in fifty papers : 25 years of the International Conference on AI and law. In *Journal of Artificial Intelligence and Law*, Springer
- BOURCIER Danièle, BOULET Romain et MAZZEGA Pierre (éditeurs) (2010) *Politiques publiques et systèmes complexes*. Paris : Hermann, 290 p.
- BOURCIER Danièle et VAN ANDEL Pek (2008) *De la sérendipité dans la science, la technique, l'art et le droit : leçons de l'inattendu*. Chambéry : L'Act Mem, 298 p.
- BOURGINE Paul et VARELA Francisco J. (éd.) (1992) : Introduction. In *Toward a Practice of Autonomous Systems*. Proceedings of the First European Conference on Artificial Life. Cambridge : MIT Press, 534 p. xi-xvii
- BROOKS Frederick P. (1975) *The Mythical Man-Month: Essays on Software Engineering*. Addison-Wesley, Reading, 342 p.
- BROOKS Rodney A. et MAES Pattie (éd.) (1994) *Artificial Life IV*. Cambridge, Massachusetts : MIT Press, 444 p.
- BURKS Alice Rowe (2003) *Who Invented the Computer? The Legal Battle That Changed Computing History*. Amherst, New York : Prometheus, 415 p.
- BURKS Alice Rowe et BURKS Arthur Walter (1988) *The First Electronic Computer: The Atanasoff Story*. University of Michigan Press, 387 p.
- BURKS Arthur Walter (1956) *The Logic of Fixed and Growing Automata*. Ann Arbor : Engineering Research Institute, University of Michigan, 34 p.
- BURKS Arthur Walter (1970) *Essays on Cellular Automata*. Urbana : University of Illinois Press, 375 p.
- BURKS Arthur Walter et BURKS Alice Rowe (1981) The ENIAC: First General-Purpose Electronic Computer. In *Annals of the History of Computing*, vol. 3, n°4, pp. 310-399
- BURKS Arthur Walter, GOLDSTINE Herman Heine et VON NEUMANN John (1946-1947) *Preliminary Discussion of the Logical Design of an Electronic Computing Instrument*. Boston : The Institute for Advanced Study, 42 p.
- BURKS Arthur Walter et VON NEUMANN John (1966) *Theory of Self-Reproducing automata*. Urbana Illinois : University of Illinois Press, 388 p.
- BURKS Arthur Walter et WANG Hao (1956) *The Logic of Automata*. Ann Arbor : Engineering Research Institute, University of Michigan, 60 p.
- BURKS Arthur Walter, WANG Hao et HOLLAND John (1959) *Application of Logic to the Design of Computing Machines. Final Report*. Ann Arbor : Engineering Research Institute, University of Michigan, 13 p.
- CARD Orson Scott (1987) La voix des morts. *Le cycle d'Ender*, vol. 2. Paris Opta, 464 p.

- CARROLL J.S. and PAYNE J. W. (éd.) *Cognition and Social Behavior*. Hillsdale, New Jersey : Erlbaum
- CHAMOIX Jean-Pierre (1986) *Menaces sur l'ordinateur*. Paris : Seuil, 225 p.
- CORNU J. M. (2005) « Une régulation complète et cohérente dans un monde complexe, la tragédie des 3 C », in *Gouvernance de l'Internet*. coord. F. Massit – Folléa, Vox internet, rapport 2005, MSH, 2006, p. 119
- CORNUEJOLS Antoine et MICLET Laurent (2010) *Apprentissage artificiel : concepts et algorithmes*. Paris : Eyrolles, 2^{ème} édition, 803 p.
- CRUMLEY Carole L. (1995) Heterarchy and the Analysis of Complex Societies. In *Archeological Papers of the American Anthropological Associations*, vol. 6, n°1, pp. 1-5
- DAMASIO Antonio Rosa (1995) *L'erreur de Descartes : la raison des émotions*. Paris : Odile Jacob, 368 p.
- DEHAENE Stanislas (2014) *Le code de la conscience*. Paris : Odile Jacob, 427 p.
- DELAHAYE Jean-Paul (1994) *Information, complexité et hasard*. Paris : Hermès, 275 p.
- DELMAS-MARTY Mireille (1986) *Le flou du droit*. Paris : Presses Universitaires de France, 388 p.
- DELMAS-MARTY Mireille (2006b) Le pluralisme ordonné et les interactions entre ensembles juridiques. *Recueil Dalloz* : Paris : Dalloz, pp. 951-957.
- DELMAS-MARTY Mireille (2006a) Le pluralisme ordonné. *Les forces imaginantes du droit* vol. 2. Paris : Seuil, 305 p.
- DESCOLA Philippe (2005) *Par-delà nature et culture*. Paris : Gallimard, 623 p.
- DESCOLA Philippe (2014) *La composition des mondes*. Entretiens avec Pierre Charbonnier. Paris : Flammarion, 379 p.
- DREYFUS Hubert L. (1984) *Intelligence artificielle – mythes et limites*. Paris : Flammarion, 443 p.
- DWORKIN Ronald (1994) *L'empire du droit*. Paris : Presses Universitaires de France, 468 p.
- FEIGENBAUM Edward et MC CORDUCK Pamela (1984) *La cinquième génération. Le pari de l'intelligence artificielle à l'aube du XX^{ème} siècle*. Paris : Interéditions, 310 p.
- FESTINGER Leon (1954) A theory of social comparison processes. *Human Relations* 1954, vol. 7, pp. 117-140
- FEYERABEND Paul Karl (1958) An attempt at a Realistic Interpretation of Experience, *Proceedings of the Aristotelian Society*, 1957-1958, vol. 58, pp. 143-170
- FEYERABEND Paul Karl (1978) *Science in a Free Society*. Part one incommensurability pp. 65-70, Londres, 1978, NLB, 221 p.
- FEYERABEND Paul Karl (1979) *Contre la méthode. Esquisse d'une théorie anarchiste de la connaissance*. Paris : Seuil, 350 p.
- FEYERABEND Paul Karl (2014) *La tyrannie de la science*. Paris : Seuil, 189 p.
- FLACH Peter (2012) *Machine Learning: The Art and Science of Algorithms that Make Sense of Data*. Cambridge : Cambridge University Press, 396 p.

- FORREST Stephanie (ed.) (1991) *Emergent Computation: Self-Organizing, Collective, and Cooperative Phenomena in Natural and Artificial Computing Networks*. Cambridge, Massachusetts : MIT Press, 452 p.
- FOUCAULT Michel (1967) Des espaces autres. In *Dits et écrits*, Conférence au Cercle d'études architecturales, 1967/03/14, Architecture, Mouvement, Continuité, n°5, pp. 46-49
- GARDNER Howard (2010) *Les formes de l'intelligence*. Paris : Odile Jacob, 480 p.
- GÖDEL Kurt (1931) Über formal unentscheidbare Sätze des Principia Mathematica und verwandter Systeme I. *Monatshefte für Mathematik und Physik* 1931, vol. 38, pp. 173-198
- GOLDBERG David Edward (1989) *Genetic algorithms in search, optimization and machine learning*. Reading, Massachusetts : Addison Wesley 412 p.
- GOLDSTINE Herman Heine (1972) *The computer: from Pascal to von Neumann*. Princeton, New Jersey : Princeton University Press, 378 p.
- HAUGELAND John (1985) *Artificial Intelligence: The Very Idea*. Cambridge, Massachusetts : MIT Press, 302 p.
- HOFSTADTER Douglas (1985) *Gödel Escher Bach : les brins d'une guirlande éternelle*. Paris : Dunod (première édition française Masson, 1985), 2000, 884 p.
- HOLLAND John Henry (1975) *Adaptation in Natural and Artificial Systems*. Ann Arbor, Michigan : University of Michigan Press, 183 p.
- HSU Feng-Hsiung (2002) *Behind Deep Blue: Building the Computer that Defeated the World Chess Champion*. Princeton : Princeton University Press, ISBN 0-691-09065-3
- JOHNSON Jeffrey H. (2013) *Hypernetworks in the Science of Complex Systems*. Londres : Imperial College Press
- KAELBLING Leslie Pack, LITTMANN Michael L. et MOORE Andrew W. (1996), « Reinforcement Learning: A Survey ». *Journal of Artificial Intelligence Research*, Vol. 4, 1996, pp.237-285.
- KAELBLING Leslie Pack (1993) *Learning in Embedded Systems*. Cambridge, Massachusetts : MIT Press, 176 p.
- KAUFFMAN S. et JOHNSEN S. (1991) Coevolution to the edge of chaos: coupled fitness landscapes, poised states and coevolutionary avalanches. *Journal of theoretical biology* 1991, vol. 149, pp. 467-505
- KELSEN Hans (1962) *Théorie pure du droit*. Paris : Dalloz, 496 p.
- KENNEDY J. et EBERHART R. (1995) Particle Swarm Optimization. In *Proceedings of IEEE International Conference on Neural Networks*, IV, pp. 1942-1948
- KNUTH Donald Ervin (2014) *The Art of Computer Programming*. Troisième édition. Quatre volumes (652 p., 764 p., 782 p. et 882 p.). Boston : Addison Wesley
- KNUTH Donald Ervin (2011b) *Algorithmes*. Traduction de Patrick CEGIELSKI. Paris : Société Mathématique de France, 510 p.
- KNUTH Donald Ervin (2011a) *Eléments pour une histoire de l'informatique*. Traduction de Patrick CEGIELSKI. Paris : Société Mathématique de France, 371 p.

- KOZA John R. (1990) *Genetic Programming: a Paradigm for genetically breeding populations of computer programs to solve problems*. Rapport technique STAN-CS-90-1314. Standford, Californie, 127 p.
- KRAJECKI Michael, JAILLET Christophe et BUI Alain (2005) Parallel Tree Search for Combinatorial Problems: a Comparative Study between OpenMP and MPI. In *Studia Informatica Universalis*, vol. 4, n°2, pp. 151-190
- KUHN Thomas Samuel (1962) *The Structure of Scientific Revolutions*. Chicago : University of Chicago Press, 264 p.
- LANGTON Christopher (1990) Computation at the edge of chaos: phase transitions and emergent computation. *Physica D*. 1990, vol. 42, pp. 12-37.
- LANGTON Christopher, TAYLOR Charles, FARMER J. Doyné et RASMUSSEN Steen (1991) *Artificial Life II*. New Jersey : Addisson-Wesley, 880 p.
- LAURIERE Jean-Louis (1986) *Intelligence artificielle. Résolution de problèmes pour l'homme et la machine*. Deuxième édition. Paris : Eyrolles. 467 p.
- LE MOIGNE Jean-Louis (sous la direction de) (1986) *Intelligence des mécanismes, mécanismes de l'intelligence*. Collection : Nouvelle encyclopédie des sciences et des techniques, Paris : Fayard, 367 p.
- LEGRAND Jacky (2002) How far can Q-analysis go into social systems understanding ? *Res-Systemica*, vol. n°2, *Special Issue: Proceedings of the fifth European Systems Science Congress*, October 2002, Crete
- LEVI-STRAUSS Claude (1949) Les structures élémentaires de la parenté. Paris : Presses Universitaires de France, 639 p.
- LEYMARIE Frédéric Fol, APARAJEYA P., MC GILLIVRAY C. (2014) Point-based for Movement Computing. In *ACM International Workshop on Movement and Computing MOCO'14*, (IRCAM : Paris : France, 2014/06/16-17), pp. 31-36
- LEYMARIE Frédéric Fol et KIMIA Benjamin B. (2007) The Media Scaffold of 3D Unorganised Point Clouds, *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, février 2007, vol. 29, n°2, pp. 313-330
- LEYMARIE Frédéric Fol et LEVINE M. D. (1990) Skeleton from Snakes. In *Proceedins of the 5th International Conference on Image Analysis and Processing: Progress in Image Analysis and Processing*. Cantoni V. (ed.), Cordella L. P. (ed.), Levialdi S. (ed.) et Sanniti di Baja G. (ed.) (Positano : Italie, 1989/09/20-22). Singapore: World Scientific, 1990, 787 p. pp. 186-193
- MC CULLOCH Warren S. (1945) A heterarchy of values determined by the topology of neural nets. *Bulletin of mathematical Biophysics* 7:89-93, 1945
- MC CULLOCH Warren S. (1961) What is a number, that a man may know it, and a man that he may know a number. *General Semantics Bulletin*, n°26-27, 1961, pp. 7-18
- MEUNIER Jean-Guy (2014) Computers as Cognitive Models of Computers and Vice Versa. *Epistemologia*, XXXVI, pp. 18-36
- MEUNIER Jean-Guy, POIRIER Pierre, DANIS Jean et PAYETTE Nicolas (2012) Theoretical Grounding for Computer Assisted Scholarly Expert Text Reading (CASTR). *New Knowledge Environments Scholarly And Research Communication* vol. 3 n°2 pp. 1-36

- MEUNIER Jean-Guy, BISKRI Ismail et FOREST Dominic (2005) Classification and Categorization in Computer Assisted Reading and Analysis of Texts. In *Handbook on Categorization*. Lefebvre Claire (ed.) et Cohen Henri (ed.). Amsterdam (Pays-Bas) : Elsevier, 1 136 p., pp. 955-978
- MINOUX Michel et BARTNIK Georges (1986) *Graphes, algorithmes et logiciels*. Paris : Dunod, 428 p.
- MINSKY Marvin (1961) Steps toward Artificial Intelligence. *Proceedings of the IRE*, 1961, vol. 49, pp. 8-30
- MORGENSTERN Oskar et VON NEUMANN John (1944) *Theory of Games and Economic Behavior*. Princeton : Princeton University Press, 641 p.
- MOUNIER-KUHN Pierre-Eric (2010) *L'informatique en France – de la seconde guerre mondiale au plan calcul – L'émergence d'une science*. Paris : Presses de l'université Paris-Sorbonne, 718 p.
- MURPHY Kevin P. (2012) *Machine Learning: a Probabilistic Perspective*. Cambridge, Massachusetts : MIT Press, 1071 p.
- NAGEL Thomas (1974) What is it like to be a Bat ? *The Philosophical Review* LXXXIII 4 (October 1974): 435-450
- NAGEL Thomas (1994) *Egalité et partialité*. Paris : Presses Universitaires de France, 199 p.
- NEWELL Allen (1990) *Unified Theories of Cognition : The William James Lectures, 1987*. Cambridge, Massachusetts : Harvard University Press, 549 p.
- NEWELL Allen et SIMON Herbert Alexander (1961) Computer Simulation of Human Thinking. *Science*, 1961, vol. 134, pp. 2011-2017
- NEWELL Allen et SIMON Herbert Alexander (1972) *Human Problem Solving*. Englewood Cliffs, New Jersey : Prentice-Hall
- OBERHEIM Eric et HOYNINGEN-HUENE, Paul (2013) The Incommensurability of Scientific Theories. *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*. Zalta Edward N. (ed.), printemps 2013, 45 p.
- OST François (1999) *Le temps du droit*. Paris : Odile Jacob. 376 p.
- PELLEGRINI François et HER Jun-Ho (2008) Efficient and Scalable Parallel Graph Partitioning. In *5th International Workshop on Parallel Matrix Algorithms and Applications (PMAA'08)* (Neuchâtel (Switzerland), 2008/06/20-22).
- PELLEGRINI François et HER Jun-Ho (2008) Towards Efficient and Scalable Graph Partitioning Methods. In *SIAM Conference on Parallel Processing for Scientific Computing (SIAM'08)* (Atlanta : Georgia (USA), 2008/03/12-14).
- PERELMAN Chaïm et OLBRECHTS-TYTECA Lucie (1988) *Traité de l'argumentation*. 5^{ème} édition 2000. Première édition 1958. Bruxelles : Editions de l'Université de Bruxelles, 734 p.
- PITRAT Jacques (1962) Diverses méthodes d'apprentissage des machines. *2^{ème} congrès de l'AFCALTI*, 1962, Paris, pp. 209-219
- QUEMENER Myriam (2013) *Cybersociété – entre espoirs et risques*. Paris : L'Harmattan, 241 p.

- RAMUNNI Jérôme (1989) *La physique du calcul. Histoire de l'ordinateur*. Paris : Hachette. 287 p.
- RESCORLA Robert A. et WAGNER Allan R. (1972) A theory of pavlovian conditioning: variations in the effectiveness of reinforcement and non reinforcement. In *Classical Conditioning II: Current Research and Theory*. Black A. (ed.) et Prokossy W. (ed.). New York : Appleton Century Crofts
- ROUSSEAUX Francis (2012) From Alan Turing's Imitation Game to Lifestreaming Attempts. In *International Meeting Turing in Context II, Historical and Contemporary Research in Logic, Computing Machinery and AI*, (Bruxelles (Belgique), 2012/10/10-12)
- ROUSSEAUX Francis (2010) Phenomenological Issues. In *Virtual Reality: Technical Gestures Directed like Virtual Pieces of Performing Art*. Revue Studia UBB, 2010, LV, 3
- ROUSSEAUX Francis (2006) La collection, un lieu privilégié pour penser ensemble singularité et synthèse. *EspacesTemps.net*, février 2006, Paris
- ROUSSEAUX Francis (2005) Parcours chorégraphique dans l'espace a-touristique de la baie de Tunis. *L'espace géographique*, Paris : Belin-Reclus
- ROUSSEAUX Francis et BOILY Lise (2010) Sémiotique des Collections figurales. *Recherches Sémiotiques/Semiotic Inquiry*, janvier 2010
- ROUSSEAUX Francis et BONARDI Alain (2010) Que signifie désormais collectionner ? Collection, reproduction, multiplication, catégorisation à l'heure des arts numériques. *SO MULTIPLES*, janvier 2010
- ROUSSEAUX Francis et PETIT Jean (2014) Une analyse anthropologique des mutations territoriales. *URBIA. Les cahiers du développement urbain durable*. GUINAND Sandra (dir.) et DA CUNHA Antonio (dir.). Neuchâtel (Suisse) : Alphil.
- RUSSELL Stuart et NORVIG Peter (2010) *Intelligence artificielle, traduction française de Artificial Intelligence: a modern approach*, 3^{ème} édition, 2010, Pearson, 1 199 p.
- SAMUEL A. I. (1957) Some studies in Machine Learning using the Game of Checkers. *IBM Journal of Research and Development*, 3, p. 211-219
- SIMON Herbert Alexander (1969, 1996) *The Sciences of the Artificial*. Cambridge, Massachusetts : MIT Press, Third edition 1996 231 p.
- STEELS Luc et BROOKS Rodney Allen (1995) *The Artificial Life Route to Artificial Intelligence: Building Embodied, Situated Agents*. Hillsdale, New Jersey : Laurence Erlbaum Associates, 288 p.
- TEUBNER Gunther (1993) *Le droit, un système autopoïétique*. Paris : Presses Universitaires de France, 296 p.
- TURING Alan Mathison (1936-37) On computable numbers, with an application to the Entscheidungsproblem. *Proceedings of the London Mathematical Society* vol. 42, p. 230-265. Corrections, *ibid.*, vol. 43, 1937, p. 544-546
- TURING Alan Mathison (1950) Computing machinery and intelligence. *Mind Quarterly Review of Psychology and Philosophy*. LIX, 236, p. 433-460
- VARELA Francesco Javier (1988) *Connaître les sciences cognitives. Tendances et perspectives*. Paris : Seuil, 123 p.

- VARELA Francesco Javier (1989) *Autonomie et connaissance, essai sur le vivant*. Paris : Seuil, 247 p.
- VON NEUMANN John (1928b) Die Axiomatisierung der Mengenlehre. *Mathematische Zeitschrift*. 1928, vol. 27, pp. 669-752
- VON NEUMANN John (1928a) Zur Theorie der Gesellschaftspiele. *Mathematische Annalen*. 1928, vol. 100, pp. 295-320
- VON NEUMANN John (1932) *Mathematische Grundlagen der Quantenmechanik*. Berlin, 1932, traduction par Alexandre Proca, Les fondements mathématiques de la mécanique quantique, 1946, Paris : Félix Alcan
- VON NEUMANN John (1945) *First Draft of a Report on the EDVAC*. Moore School of Electrical Engineering, University of Pennsylvania, 43 p.
- VON NEUMANN John (1951) The General and Logical Theory of Automata. In *Cerebral Mechanisms in Behavior – The Hixon Symposium. Pasadena 1948*. Jeffress L. (ed.). New York : John Wiley. pp. 1-31
- VON NEUMANN John (1958) *The Computer and the Brain – The Silliman lectures*. New Haven : Yale University Press, 82 p.
- WATKINS Christopher (1989) *Learning from delayed rewards*. PhD thesis, Université de Cambridge, Angleterre, 234 p.
- WIENER Norbert (1948) *Cybernetics: or Control and Communication in the Animal and the Machine*. New York : John Wiley and Sons, 194 p.
- WINOGRAD Terry et FLORES Fernand (1989) *L'intelligence artificielle en question*. Paris : Presses universitaires de France, 295 p.

6.2 Bibliographie personnelle

Cette bibliographie reprend les travaux réalisés seuls ou en coopération. Ils sont classés dans l'ordre chronologique inversé de leur publication.

- BLOT Guillaume, SAUREL Pierre et ROUSSEAUX Francis (2014c) Pattern Discovery in E-learning Courses: a Time-based approach. Session spéciale : Adaptive E-learning systems with social interactions. In *International Conference on Control, Decision and Information Technologies, CoDIT'14*, (Metz (France) 2014/11/03-05)
- BLOT Guillaume, ROUSSEAUX Francis et SAUREL Pierre (2014) Time-weighted social network: predict when an item will meet a collector. In *14th International Conference on Innovations for Community Services* (Reims (France), 2014/06/04-06)
- BLOT Guillaume, SAUREL Pierre et ROUSSEAUX Francis (2014b) Analyse et modélisation de la participation et du e-learning au moyen d'outils collaboratifs. 32^{ème} Congrès INFORSID'14 - INFormatique des ORganisations et Systèmes d'Information et de Décision (Lyon, 2014/05/20-23)
- BLOT Guillaume, SAUREL Pierre et ROUSSEAUX Francis (2014a) Ressource Connectivism in E-Learning Courses Based on an Analytical Time-Graph. In *International Conference on Telecommunications, ICT 2014*, (Lisbonne (Portugal), 2014/05/04-07)
- BOURGINE Paul, BONABEAU Eric et SAUREL Pierre (1994) Coévolution, cascades d'événements et états critiques auto-organisés. In *Conférence Chaos and Society*. University of Québec at Hull (Hull (Canada), 1994/06/01-02)
- BOURGINE Paul et SAUREL Pierre (1993) Etats critiques auto-organisés et milieux désordonnés. *Deuxième Congrès Européen de Systémique CES'93*. (Prague (Tchécoslovaquie), 1993/10/05-08), vol. 2, pp.496-505.
- EBERWEIN Wolf-Dieter et SAUREL Pierre (1995b) The dynamics of collective behavior: modeling mass mobilization in the GDR. *Panel Formal Theory at the Second Pan-European Conference in International Relations* (Fondation Nationale des Sciences Politiques (Paris), 1995/09/13-16)
- EBERWEIN Wolf et SAUREL Pierre (1995a) La genèse d'un mouvement révolutionnaire : la RDA en 1989. In *Journées Evolution et Organisation : Hasard et Contraintes dans la Genèse des Formes Collectives*. Actes des journées de Rochebrune. (Rochebrune (France), 1995/03/20-24), pp. 119-141
- JARDAT Rémi et SAUREL Pierre (2011) Institutionalization of roles through inter-organizational conflicts: a proposal of typology. ISBN 978-9985-9824-7-1. In *European Academy of Management (EURAM 2011) Conference*. (Tallin (Estonie), 2011/06/01-04)
- LEGRAND Jacky, SOULIER Eddie, BUGEAUD Florie, ROUSSEAUX Francis, SAUREL Pierre et NEFFATI Houda (2012b) A Methodology for Exploiting Oceans of Data within Territorial Dynamic Applications. In *2nd IEEE International Workshop on Advanced Information Systems for Enterprises* (Constantine (Algeria), 2012/11/10-11)
- LEGRAND Jacky, SOULIER Eddie, BUGEAUD Florie, ROUSSEAUX Francis, SAUREL Pierre et NEFFATI Houda (2012a) A New Methodology for Collecting and Exploiting Vast Amounts of Dynamic Data. In *3rd International Conference on Emerging*

- Intelligent Data and Web Technologies* (Bucharest, 2012/09/19-21), <http://voyager.ce.fit.ac.jp/~eidwt2012/>)
- NEFFATI Houda, SOULIER Eddie, ROUSSEAUX Francis, LEGRAND Jacky, BUGEAUD Florie, SAUREL Pierre et CALVEZ Philippe (2012) Collective Intelligence Modeling throughout Territorial Agencements. In *ECOMOD'12. Conférence internationale Modeling with Impact*. (Séville, 2012/07/4-6), (<http://ecomod.net/conferences/ecomod2012>)
- NEFFATI Houda, SOULIER Eddie, BUGEAUD Florie, ROUSSEAUX Francis, SAUREL Pierre, LEGRAND Jacky (2012) Penser et produire une réserve naturelle comme confluence participative : le cas du Grand Cul-de-Sac Marin de Guadeloupe (Ville des Abymes). In *Mondes en Développement XXVIIIèmes Journées ATM*. (Orléans, 2012/06/11-13). (<http://www.mondesendveloppement.eu/pages/xxviemes-journees-atm/>)
- ROUSSEAUX Francis, SAUREL Pierre et PETIT Jean (2014) Knowledge Engineering or Digital Humanities? Territorial Intelligence, a Case in Point. In *Studies in Computational Intelligence, vol. 514, Innovations in intelligent machines – 4. Recent Advances in Knowledge Engineering: Paradigms and Applications*. Faucher Colette (éd.) et Jain Lakhmi (éd.). USA: Springer International Publishing, pp. 129-187
- ROUSSEAUX Francis, NEFFATI Houda, SAUREL Pierre, SOULIER Eddie, LEGRAND Jacky et PETIT Jean (2012) Une rurbanité rhizomique pour figurer la modernité du territoire Cap Excellence en Guadeloupe. In *MoFix'12. Valeur de l'imaginaire, mobilité/fixité et territorialité*. (Nantes, 2012/06/12-13). (http://www.fabula.org/actualites/poetique-du-numerique-3-valeur-de-l-imaginaire-mobilite-fixite-et-territorialite_50343.php)
- ROUSSEAUX Francis, NEFFATI Houda, SAUREL Pierre, SOULIER Eddie et PETIT Jean (2012) Une vision hétérarchique du territoire Cap Excellence en Guadeloupe : vers un pilotage opérationnel par les crises et les controverses. In *Colloque international APERAU 2012 : Penser et produire la ville au XXIème siècle, Modernisation écologique, qualité urbaine et justice spatiale*. (Lausanne, 2012/06/06-07), (<http://www3.unil.ch/wpmu/aperau/>)
- ROUSSEAUX Francis, SOULIER Eddie, SAUREL Pierre et NEFFATI Houda (2012) Agencement multi-échelle de territoires à valeur ajoutée numérique : des hétérotopies foucaaldiennes aux complexes simpliciaux. In BOURCIER Danièle (éd.), BOULET Romain (éd.) et MAZZEGA Pierre (éd.). *Politiques publiques, Systèmes complexes*. Paris : Hermann, pp. 169-192.
- ROUSSEAUX Francis, SAUREL Pierre et TATSOS Patrice (2006) Towards new on-line cultural possibilities. In *IEEE First International Symposium on Environment Identities and Mediterranean Area*. ISEIMA, juillet 2006, pp. 430-435
- SAUREL Pierre, ROUSSEAUX Francis et Marc DANGER (2014b) On the Changing Regulations of Privacy and Personal Information in MIR. In *The 15th International Society for Music Information Retrieval, ISMIR 2014*, (Taipei (Taiwan) 2014/10/27-31)
- SAUREL Pierre, ROUSSEAUX Francis et Marc DANGER (2014a) Music Information Retrieval as a Key Framework to Explore Legal Issues Linked to Personal Data Computation. In *Position papers of the 2014 Federated Conference on Computer*

- Science and Information Systems, FedCSIS 2014*, (Warsaw (Poland) 2014/09/07-10), vol. 3, pp. 259-264
- SAUREL Pierre et ROUSSEAUX Francis (2013) La sophistication de la preuve judiciaire dans les contentieux informatiques. In *Journées ayant pour thème : L'incertitude, la preuve et ses moyens*. Actes des journées de Rochebrune. (Rochebrune (France), 2013/01/13-19).
- SAUREL Pierre (2012) Modélisation macroscopique de l'écosystème politique de gestion des données personnelles en France. In BOURCIER Danièle (éd.), BOULET Romain (éd.) et MAZZEGA Pierre (éd.). *Politiques publiques, Systèmes complexes*. Paris : Hermann, p. 259-272.
- SAUREL Pierre et OYHAMBERRY Amaïa (2010) Ce que la cyberjustice nous apprend de la justice des signes distinctifs. *Gazette du Palais, Gazette du droit de la propriété industrielle*, 18-19 juin 2010, pp. 21-28
- SAUREL Pierre et JARDAT Rémi (2009) Procédure judiciaire inter-entreprise et liaisons / déliaisons paradoxales : le cas des contentieux informatiques. *Revue Management & Avenir*, décembre 2009, 2009/9 n°29, pp. 132-149
- SAUREL Pierre (2009b) Le sort des exclusions de garantie – contrats d'intégration de systèmes et assurances. *Revue Expertises des systèmes d'information*, juin 2009, pp. 226-229
- SAUREL Pierre (2009a) Téléphones portables Bluetooth : la CNIL concilie publicité et droit à la tranquillité. *Gazette du Palais*, 6 janvier 2009, n°6, p. 31
- SAUREL Pierre, BENSOUSSAN Alain et MENAY Alexandre (2008) *Livre blanc sur les mesures de filtrage de contenus*. Paris, 2008/10/14, 291 p.
- SAUREL Pierre (2008) Les règles de gouvernance de l'expertise préconisées par la CNEJITA. *Gazette du Palais*, juillet 2008, n°206, pp. 25-29
- SAUREL Pierre et OHAYON Benjamin (2008b) Note sous cassation commerciale 19 juin 2007. *Gazette du Palais, Gazette du droit des technologies avancées*, 22 janvier 2008, n°22, p. 31
- SAUREL Pierre et OHAYON Benjamin (2008a) Note sous TGI Paris (3ème chambre, 1ère section) 28 mars 2007. *Gazette du Palais, Gazette du droit des technologies avancées*, 22 janvier 2008, n°22, p. 35
- SAUREL Pierre (2007b) The legal framework for electronic records storage in France. *Premier colloque international du projet CASPAR (Cultural, Artistic and Scientific knowledge for Preservation, Access and Retrieval)* (IRCAM (Paris), 2007/04/19)
- SAUREL Pierre (2007a) Les audits IP/IT dans le cadre des fusions acquisitions : un instrument indispensable. *Juristendances Informatique & Telecom*, Cabinet Alain Bensoussan Avocats, mars 2007 n°62 spécial sécurité informatique
- SAUREL Pierre et PETRONE Julien (2006d) La prise en compte juridique des technologies émergentes : une nécessité en informatique. *Gazette du Palais, Gazette du droit des technologies avancées*, octobre 2006, n°106 à 110, pp. 10-14
- SAUREL Pierre et PETRONE Julien (2006c) Les règles de gouvernance s'appliquant aux expertises civiles en nouvelles technologies : la Convention du 4 mai 2006. *Gazette du Palais, Gazette du droit des technologies avancées*, juillet 2006, n°200 à 201, pp. 14-17

- SAUREL Pierre et CHARPENTIER Philippe (2006b) Vers l'amélioration du déroulement de l'expertise judiciaire en informatique et nouvelles technologies. *Gazette du Palais, Gazette du droit des technologies avancées*, avril 2006, n°106 à 110, pp. 10-14
- SAUREL Pierre et CHARPENTIER Philippe (2006a) Un décret, une charte nationale : vers l'amélioration du déroulement de l'expertise judiciaire en informatique et nouvelles technologies ? *Gazette du Palais, Gazette du droit des technologies avancées*, janvier 2006, n°25 à 26, p. 5
- SAUREL Pierre et PETRONE Julien (2006b) Technologies émergentes : quel impact juridique ? *L'œil expert*, novembre 2006, n°35, p. 22
- SAUREL Pierre et PETRONE Julien (2006a) Assurer la gouvernance d'un projet informatique d'ampleur par un PAQ ! *Juristendances Informatique & Telecom*, Cabinet Alain Bensoussan Avocats, juillet 2006, n°54-55
- SAUREL Pierre (2006) L'audit de sécurité d'un système d'information – La cartographie du SI, un pré-requis à l'audit ... pour assurer une parfaite opposabilité du SI. *Juristendances Informatique & Telecom*, mars 2006, Cabinet Alain Bensoussan Avocats, n°50 spécial sécurité informatique
- SAUREL Pierre et TELLIER Isabelle (2005) L'anticipation de la gestion des éléments de preuve dans les projets informatiques. *Juristendances Informatique & Telecom*, Cabinet Alain Bensoussan Avocats, novembre 2005, n°46 spécial préjudice
- SAUREL Pierre (sherpa) (2003) *La maîtrise et la diffusion des Technologies de l'Information et de la Communication*. Rapport de la Commission TIC à l'Académie des technologies, Paris, juillet 2003
- SAUREL Pierre (2001) Diversité de l'argumentation et de la démonstration en mathématique : un sujet d'actualité pour les enseignants du second degré. *Présence de la Recherche, IUFM de Paris*, septembre 2001, n°3
- SAUREL Pierre et HENAULT Anne (2001) La théorie des émotions de Damasio : une occasion pour expliciter certaines hypothèses en neurosciences. Séance plénière. In *Des théories aux problématiques, Congrès International de Sémiotique SEMIO 2001*. (Limoges, 2001/04/04-08)
- SAUREL Pierre (2000) *La déontologie de l'avocat français devant le Tribunal Pénal International pour l'ex-Yougoslavie*. Mémoire de CAPA : CRFPA (Versailles), 2000/10/01, 29 p.
- SAUREL Pierre (1998b) La modélisation ne se réduit ni à l'étude des modèles ni à celle de leurs simulations. In *Journées ayant pour thème : Quelles relations entretenons-nous avec nos modèles ?* Actes des journées de Rochebrune. (Rochebrune (France) 01-07 février 1998/02/01-07), pp. 45-60
- SAUREL Pierre (1998a) *Nécessité des modèles en sciences cognitives : de la modélisation à la mise en parangon*. Thèse de doctorat : Sciences cognitives : Ecole des Hautes Etudes en Sciences Sociales (Paris), 1998/01/16, 381 p.
- SAUREL Pierre (1997) *La complexité : des théories de la quantité ?* Rapport technique du CREA n° 9701, Paris, janvier 1997, 94 p.
- SAUREL Pierre (1996b) *Comment les Sciences Cognitives conçoivent l'étude des processus*. Rapport technique du CREA n° 9627, Paris, octobre 1996, 45 p.

- SAUREL Pierre (1996a) *L'évolution de la notion d'axiomatisation et ses relations avec l'étude du cerveau 1903-1996*. Rapport technique du CREA n° 9612, Paris, mars 1996, 50 p.
- SAUREL Pierre (1992) *Q-learning et apprentissage par renforcement*. Mémoire de DEA : Sciences cognitives : Ecole des Hautes Etudes en Sciences Sociales (Paris), 1992/08-04, 43 p.
- SOULIER Eddie, NEFFATI Houda, ROUSSEAUX Francis, BUGEAUD Florie, COBOS-PEREZ Augusto, SAUREL Pierre, CALVEZ Philippe, LEITZMAN Mylène, LEGRAND Jacky (2012) Towards a Territorial Intelligence Based on Territorial Assemblages Theory: Urban Community Case of Cap Excellence in Guadeloupe. In *11^{ème} Conférence Internationale Annuelle d'Intelligence Territoriale, CIIT'12 « Intelligence territoriale et mondialisation. Tensions, transition et de transformation »*. (La Plata (Argentine), 2012/10/17-20)
- SOULIER Eddie, ROUSSEAUX Francis, NEFFATI Houda, LEGRAND Jacky, BUGEAUD Florie, SAUREL Pierre et CALVEZ Philippe (2012) Performativité organisationnelle des outils d'agencements territoriaux : vers une intelligence territoriale à base d'engagements ? In *Conférence internationale ACFAS 2012, « Organisations, performativité et engagement »*, (http://www.crpcm.uqam.ca/pages/docs/Actes_colloque_ACFAS_2012.pdf). (Montréal, 2012/05/7-11) p. 150-173

7 ANNEXES

7.1 ANNEXE A : Hétérotopies et intelligence territoriale

Rousseaux, Saurel et Petit 2014 SPRINGER

**KNOWLEDGE ENGINEERING OR
DIGITAL HUMANITIES?
TERRITORIAL INTELLIGENCE, A CASE IN POINT**

Chapter 5

Knowledge Engineering or Digital Humanities?

Territorial Intelligence, a Case in Point

Francis Rousseaux, Pierre Saurel and Jean Petit

Abstract Knowledge Engineering (KE) usually deals with representation and visualization challenges, sometimes socio or bio inspired, collective aspects being quite often taken into account. Nevertheless with knowledge-based Territorial Intelligence, KE is faced with natively situated know-how, distributed hope and network-centered emerging organizations, as far as this domain aims at providing tools to support and develop our local and territorial communities. Furthermore knowledge-based Territorial Intelligence has to cope with its own paradoxes and success, to challenge its sustainable existence: as a matter of fact, thanks to big data and its digital tools, people may have thought that they were living in a global village, territories-independent, practicing a perpetual nomadism. So they now require participation for defining their collective policies and social perspectives, leading to their common sustainable development. How knowledge-based Territorial Intelligence will manage to make available efficient solutions to support and develop our original way to collectively inhabit places and earth? That is the question we try to present throughout some technical and scientific aspects along this dedicated chapter.

F. Rousseaux · J. Petit

CRéSTIC, University of Reims Champagne-Ardenne, Reims, France
e-mail: francis.rousseau@univ-reims.fr

J. Petit

e-mail: jean.petit@etudiant.univ-reims.fr

P. Saurel (✉)

Sciences Normes Décision, University of Paris-Sorbonne, Paris, France
e-mail: pierre.saurel@paris-sorbonne.fr

5.1 Introduction to Digital Humanities

Compared to Classical information Systems, Knowledge-Based Systems are much more dependent on paradigm shifts [1, 2] that shape their fields of application[3, 4, 5]. Fields of application modify the types of data integrated into the information system [6], but also relations between data and thus the structure and shape of the databases. More radically these fields may need a representation inconsistent [7] or less compatible [8] with the usual computerized centralized representations of knowledge [9, 10].

When an intervention in the field of culture and the Humanities—literature, history, geography, philosophy, politics, theology, music, visual and graphic art—is at stake, it now seems [11] that digitalization and computation have an impact on the humanities, that culture impacts Computer Science, with the computational field opening onto the cultural, and the humanities opening onto the computational field. This is what can be called the modern-day notion of digital humanities, which more and more researchers and application designers are considering, especially when they work on e-Learning or Serious Games. At least two modes of knowledge representation confront each other—that of knowledge transmission on the one hand and that usually linked to digital knowledge representation on the other hand.

This phenomenon sheds light on the strategic position of the Chinese Academy of Science, unveiled by one of its prominent members [12] when he states: “Although the answers to the computational dimensions of culture are not clear, we must foresee them because we simply cannot afford not to see their consequences [...] I am hopeful and optimistic, and believe this could be the beginning of a new area in computing that would seamlessly integrate information technology with social sciences in a connected world.”

Researchers David Radouin and Stéphane Vandamme pointed this out not long ago, at a seminar¹ on the humanities:

From the 19th century, we have inherited a clear cut separation between the Humanities and Sciences, corresponding to a growing specialization and disciplining. The modern-day university system was built on this disciplinary base, while at the same time calling for its trespassing, for the sake of educating complete individuals. How to think such a project today? [...] Do we have to acknowledge the difference between the two different cultures, while trying not to break their unity—as, precisely, forms of cultures—for all that? Is it a matter of reinventing a dialogue between two distinct entities or of questioning the nature of this distinctiveness? Can we, do we have to reactivate ancient forms of connection, or on the contrary, acknowledge a profound evolution in the two terms inviting to new connections? Here are some of the questions that immediately come to mind for those who claim to be interested in the humanities.

As Knowledge Engineering means to serve digital humanities [13] and provide them with innovative applications [14, 15, 16, 17], it was expected that the methods be put to the test of new connections, even of drastic restructurings [18, 19, 20]. This confrontation is obviously bi-directional, as knowledge engineering and its models

¹ <http://www.institutdeshumanites.fr/?q=seminaire/seance-du-23-mars-2012>

[21, 22, 23] change the way humanities see themselves, and humanities, with their specificities and cognitive capacity [24, 25, 26, 27], widen the scope and modes of representation in Knowledge Engineering and drive the classic digital modes of representation into a corner [28] and eventuality to some of their limits [29].

This chapter focuses on the case of land planning which encompasses geography, town planning, anthropology, and political sciences, and which raises new questions to the engineering of territorial knowledge, prone to make both this key field of artificial intelligence and our own vision of the configuration of territories evolve in today's digital world.

5.1.1 Knowledge Engineering Applied to Territories

According to André Corboz, the broadest and most general definition of a territory [30] “[...] is a space socially constructed in a given time and place, by a given society. Space, place, society: three useful terms, but yet unstable terms that have to be discussed one after the other. Nevertheless one can not but notice that this definition admits a fixed relationship between a specific geographical area on the one hand and a group socially determined which inhabits it on the other hand. There is a one to one correspondence between an area and its occupier—this is not surprising since this definition was conceived in the 19th century, at a time of ardent nationalistic fervor. The two complementary aspects are the border (as a defense against the outside world) and appropriation (of the area thus protected). Or else, to reduce the definition to its minimal form: the territory, in its materiality is an area surrounded by a fence, occupied by a unique and homogeneous society. This definition is not only static, but it is also anachronistic. Our societies are no longer homogeneous, they are multicultural; they comprise groups whose systems of values are really contrasted, even incompatible at times. If that was the case, one would have to admit that there is one territory per group. But the very idea of area does not hold anymore when one tries to think in terms of planning. One has to move on to the notion of network: on the one hand there are networks of directions, frequencies, key hubs, transshipping points, markers, and thresholds; these are long distance highways and airports. But on the other hand there is also a network as far as decision-making structures are concerned: [...] the decisions to intervene are taken away from the places where the intervention is to take place, and sometimes very far away from them. There is no perimeter in a network, endpoints at most. The mutation of the territory into a network thus rejects the very notion of a continuous limit which becomes pointless. The network is admittedly a more subtle reality than the territory: it cannot be easily represented nor measured. It is an elastic reality, even if based upon heavy equipment which deeply modifies the backdrop of the territory: [...] the territory is divided and distributed differently, depending on the project. [...] Perceiving the territory as a network enables to feed the imagination on the territory from another angle, from other criteria which introduce the notions of time and flow. Up to now, the territory was a shape

and a stretch of land which bore a name; the territory was semanticized; it could be the topic of speeches; it had an internal distribution; it was essentially static. Yet, the network—or rather networks—are also a way of fathoming the same area; a territory cannot exist without an imagination of the territory.”

Almost everything has been said about the recent shift that occurred in our conception of the territory, linked to the need to reconsider the very act of planning these territories. Two dimensions clearly appear here: first the physical space, enclosed or not, and secondly the decision space that does not necessarily overlap the enclosure of the physical space. These two dimensions are not the only ones that potentially structure the territory but the evolution of their separation is enough to induce a shift in the traditional paradigm of land planning.

5.1.2 Shift in the Traditional Paradigm of Land Planning

Local authorities currently face a brutal shift in the classical paradigm of land planning [31], the founding principles of their traditional organization and governance [32, 33]. If territories now comprise networks, local authorities are also part of a worldwide network, so that the discrete values of time and space which used to prevail are fading away to allow a spatiotemporal continuum to step forward. The interactions between the different levels are more and more numerous and more and more frequent making the decisions taken locally and with no impact on other scales less and less effective.

We assume that the profound causes of this shift are to be sought in the advent of the digital in the territories which has drastically changed representations and social uses on the one hand [34, 35, 36], and in the now strong and steady demand for dialogue and community participation in the decision processes and in territorial policies on the other hand [37, 38], with a growing will to implement sustainable development. But we have to admit that the second reason is indirectly linked to the first one. Indeed it is the advent of specific digital technologies that makes possible and supports consultation and participation at the different territorial levels. It is now clear that the digital revolution is triggering a radical transformation in local authorities and traditional land planning.

The networks of stakeholders involved in the decision are themselves organized digitally [39, 40] so that the representation of knowledge relating to the territories and the decision has to consider at least three coupled and interdependent information systems: the network of places and their supports and infrastructures, the decision-making network, and the network of stakeholders (particularly citizens) impacted by the decisions [41, 42, 43].

5.1.2.1 Internet and Digital Revolution

If the massive advent of digital technology in the territories has led to a shift in the classical approaches and representations used in land planning activities, it is first and foremost because the digital technology floods the territories with data and applications, and as a result they are required to provide coherent and controllable interpretations. While land planning used to be centered on and punctuated by centralized actions, organized in hierarchical institutions under the principle of subsidiarity, and controlled by stabilized representations thanks to multi-year development plans, it is now compelled to become the dynamic arrangement of a territorial continuum whose topological and cartographic granularity ceases to be its main characteristic, and where data proliferate.

Thus, by opening for example virtual interconnected worlds with no apparent territorial roots, digital technology seems to take part in a movement of deterritorialization; but it can also make massive and dazzling reterritorializations possible, as was the case during the Arab Spring in 2011 in Tunisia and in Egypt. Social network users, non-experts in territorial policies, managed to share spontaneous and tactical information via the Web, which from a strategic point of view, eventually helped and played a significant role in the collapse² of a police state ruling the national territory with an iron fist. Simple actions in the digital world triggered a drastic change in a territory, which was not thought to be possible so suddenly.

Land planning management, thanks to territorial engineering, thus becomes territorial intelligence, in the sense of a field of application emerging from knowledge engineering [44, 45, 46, 47], with its specificities and particularities [48, 49]. It involves territorial information systems—correlating, aggregating and merging data which are often geo-localized—it requires from the co-learning organization to set into place territorial observatories, engages co-inhabitants in collaborative networks, co-develops more and more personalized Web services and coproduces common decisions. In this case as in others in Knowledge Engineering (eLearning, Serious Games), one has to imagine, simulate, model, visualize, control, decide and play to experiment and discuss.

However, the decline of radical expansionism, which has given way to sustainable development utopias, increases the questioning as regards the diversity of cultural and anthropological attitudes on the conservation and development of territories.

² See the Round Table of June, 21, 2011 at the UNESCO Headquarters <http://unesdoc.unesco.org/images/0021/002116/211659f.pdf>.

5.1.2.2 Decline of Radical Expansionism: Promises of Sustainable Development

Sustainable development thus appears like an operational fiction which, no doubt has the great merit of gathering and pooling together dynamic forces, but whose scientific foundations are fragile, no matter the way they are broached. Some researchers indeed underline the ambivalence of sustainable development, such as Sauvé [50], Canada Chairholder in environmental education, when she states:

As in any social construction, the concept of sustainable development emerged from a specific historical context, it is rather topical at the moment and lies at the heart of tensions, it has become a thing taken for granted whose genesis has been forgotten; it serves specific interests while appearing as a consensual value. Its promoters assert its heuristic status (it is a path or rather a bridge toward a new world), but at the same time, they mix up this concept with a universal principle and insist on its institutionalization; from a proposal, we move on to a norm, a requirement and from now on it becomes THE path, THE bridge, and eventually it becomes the destination. The concept of sustainable development corresponds to the social construction of a saving project, a life buoy in the midst of the security crisis which is the hallmark of our present societies, but it seems that we mix up means, meaning and purpose.

The position can even be more radical at times, like the one held by Boileau [51], professor at the Ecole Nationale des Ponts et Chauss es in Paris:

We have to abandon the sustainable development dyptic, an ambiguous phrase that has been skewed by facts and turned into a useless slogan, and concentrate the action on worthy and lasting coexistence, by institutionally adopting at all costs a pluralist framework of mutual respects for the different civilizations, worships and customs. It means that we have to consider one's ability to respect different views as one of the key values in all doctrines, ours included, and to admit that others also contribute to the constraining consultation which is dictated by the global dimension of the issues. Now that the communist adventure has failed with its progressive and conquering scientism, it is time to acknowledge the responsibility of the neo-liberal logic and set up a pluralistic and collective dimension of the planet urgently.

In any case, we can distinguish at least three distinct approaches to sustainable development, each of them presenting blatant weaknesses:

- A pragmatic sense of sustainable development, widely accepted today, assumes that it is legitimate to act locally while thinking globally, aiming at a globally harmonious conversion and avoiding the trap of local optimization of ancient orders. It is in this very sense that the recommendations emerging from the 1992 Rio Summits and the tools of the Agenda 213 (Agenda 21) are based and implemented by local authorities worldwide. This approach, developed among others by Nobel Prize Winner Ostrom [52] has the merit of making populations aware of the challenges, but there is no evidence that it converges toward a global balance, not to mention the fact that it carries a radical anthropological injustice (addressed more fully below).
- A scientific sense of sustainable development implies a reexamination of all the activities which mankind can control directly or indirectly, in order to reverse

the huge matrix and minimize their so-called adverse long-term effects. But which detailed and universal criteria should be used? Which exhaustive description of human and non-human activities should be called up? Which specific objectives should be aimed at? It would mean a genuine restructuring of the economy which would grant the advent of a new polymorph and particularly demanding actor: planet Earth, represented among men by some kind of Supreme Court. This approach has a practical sense only at a local level, with no guarantee whatsoever as to the ability of the local combinations to produce a satisfactory global outcome.

- Concerning the idealistic sense, it aims at the possibility of a radical cultural restructuring, which might guide the organization of human activities towards an environmentally friendly and lasting anthropological equity. It is in this trend that we can locate the anthropological research of Descola [53] which shows that naturalism is but an anthropological position among others perfectly identified which he describes, along with Latour [54, 55], as particular universalism. It would imply to include a real diversity in the cultural anthropological positioning. We would thus have the specification of a meaning both critical and pragmatic for sustainable development, trying to answer the following questions: Which universal values should be chosen to back-up a policy of heritage for natural and cultural goods? How to respect the various ways of being into the world and define customs that could be agreed upon by all its occupiers? Is a relative universalism—and no longer a particular one—possible?

5.1.2.3 Suspicion as Regards Public Policies: Social Demand for Dialogue and Participation

There is a general consensus among observers to claim that social demand for dialogue and community participation is steadily growing in the territories [56, 57, 58] at a time when suspicion as regards public policies is more and more blatant.

With what success on the ground? When Loïc Blondiaux and Jean-Michel Fourniau undertake to assess researches on public participation in democracies [59]—whether they relate to the impact on the decision-making process, the transformation of individuals, the structural and substantial effects of participation, the importance of the conflict, the influence of the positive [60], the institutionalization of participation and its legal codification, the professionalization of participation or else the redefining of expertise—they observed that:

Community participation in negotiations and public debates as well as in the expertise and decision process is at the heart of the mutations concerning public action that have occurred in Western democracies over the last decades. An increase in the number of stakeholders taking part in the decision-making process, creation of new spaces for participation more open to ordinary citizens and civil-society associations, consecration on the political and legal level of a participation imperative; all these are among the many elements showing an evolution of our democracies and public modes of action, not only on

the local, regional and national level, but also on the international level. Participation has become an issue way beyond the background of Western democracies, reaching countries structured around authoritarian decision-making processes. [...] It may be a way of organizing the information, or else the agreement of the population on given projects and policies, or, on the contrary of organizing power sharing as regards deliberation and decision between the governors and the governed. Participation can enhance understanding and agreement or, on the opposite, be a way to express diversity and conflict within a democracy.

As for the process of mass digitization at work in the territories and elsewhere, we may wonder if it constitutes an incentive to community participation. Does it provide tools for consultation? If participation is indeed a key element of digital culture [61, 62, 63], alternative media derived from it tend to weigh on the failures of the classic representative system, rather than grasp a community voice expressing normative claims thanks to digital tools. Thus, according to Monnoyer-Smith [64]:

The increasingly widespread use of the Internet and of peer to peer practice, the development of social networks, and the creative appropriation of the web cause deep and lasting changes in the relationship between citizens and their representatives and renew the forms of political mediation. However, the expectations expressed by some political scientists for a new era of active involvement that would curb the steady erosion of an electorate staying away from the ballot box and would rejuvenate democratic life have led, for a large part, to disillusion. These expectations were most likely widely based on an erroneous analysis of the causes of communities' lack of interest, but they also reveal how difficult it is for research to tackle the question of the use of technologies other than in a deterministic perspective, if only to criticize it in fine.

5.2 Knowledge Engineering for Land Planning: Researchers' Spontaneous Mobilization

Knowledge Engineering spontaneously rallied the field of spatial management, following Information and Communication Technologies (ICT) which had opened the way to lay the foundations for modern territorial Engineering. Metadata are standardized to encode the content of geo-referenced data that complete the information systems. New field ontologies arise [65, 66], along with reusable inference patterns [67], capable of steering territorial engineering to the higher level of knowledge processing. But we are still a long way away from the paradigm of digital humanities, capable of thinking a participatory intelligence of territorial dynamics and real ecumenal arrangement.

We will show how the taking into account of real cases characterized by new expectations of emerging stakeholders can bring about this change of perception.

5.2.1 Knowledge Engineering Applied to the Classical Approach of Spatial Management

In a few decades' time, the incredible creativity with which the ICT have broached engineering and then the humanities will probably come as a surprise, prompted by the researchers' and developers' desire to devise new tools for new uses and applications, without always thinking about the strong expectations of future users.

That was the case when the stakeholders of the computerization of our societies decided to provide tools for spatial management. It is only after a first techno-orientated phase led by the pioneers of information systems that a first draft for a more activist approach to territorial intelligence came to life, claiming the hybrid culture of digital humanities.

5.2.1.1 A Techno-Scientific Approach Urged by the ICT

In the 1980s, local authorities started to express their need for IT tools, whether generic or dedicated to their role as public space developers, and created a niche that appealed first to Information Technology Consulting societies, and later to software package developers. This is how ICT and knowledge engineering, more or less integrated in job-orientated software packages, structured a new business field in a context of computer science development, but still a long way away from the paradigm of digital humanities.

That was the time of the emergence of Geographical Information Systems (GIS) which extended classical data bases to cover territorial data bases, including geo-referenced data. Geographical information systems also incorporated geographical base maps, urban and architectural plans, drawings and photographs. These systems were used by town councils and local authorities to picture their urban heritage and come up with town-planning projects thanks to their ability to support thematic management views and land reattribution simulation.

Knowledge representation and structuring thus appear as relational databases whose stored content may be enriched by their multi-media form.

Very quickly, these systems are endowed with models of geo-localized knowledge representations, electronic chart display systems, maps and pictures, as well as supports for simulation, constraint optimization, and reasoning stemming from artificial intelligence. Such devices help, for instance, in the deploying of a wireless network by using intervisibility calculation functionalities. Such systems, coupled with document management apparatus, also have practical application in economic intelligence or else for decision support in economic and environmental crisis management provided time-based representations are included [68]. The rapid development of the Internet (Web) has increased these systems functionalities, now able to interoperate with information-seeking tools, content-based browsing tools, and web-content searching tools.

The use of these GIS coupled with web-content retrieval and extraction tools to assist correlation, data-aggregation or geo-referenced data fusion operations soon becomes widespread and leads to what might be called a territorial web. Following this, there is an increase in the availability of maps, pictures, geo-referenced plans, so much so that, thanks to the implementation of metadata adapted to cooperative applications, territorialized applications for institutions as well as for private individuals equipped with smart phones are on the rise. There is a boom in the number of data and territorial applications which constantly offer new uses and new services to communities or to individuals, ICT-driven and led by knowledge engineering eager to decipher promising valuation area, whose key-words are: visualization, simulation, decision support, struggle to overcome big data, use of virtual reality and serious games [69], not to mention the Internet of Things and Cloud Computing.

It is only in the early 2000s that the possibility of a digital humanities approach arose in the spatial management careers. That was typically the case with the innovative concept of Territorial Intelligence.

5.2.1.2 Outline of a Paradigmatic Inversion: Territorial Intelligence Approach

The concept of Territorial Intelligence is at the crossroads of the concepts of territory, knowledge society, and sustainable development. It ceases to be inherently defined by the technologies it uses. It is explicitly part of the digital humanities, since it is finalized by business activity and citizens' ambitions, and cannot be reduced to the technical tools employed. In Europe for example, the concept was developed by the French teams working on the European project European Network for Territorial Intelligence³ [70]. Territorial Intelligence means:

[...] the body of interdisciplinary knowledge which contributes to the understanding of territorial structures and dynamics on the one hand, and whose aim is to become a tool for the stakeholders of the territories' sustainable development on the other hand. Ibid.

If the territory is no longer defined as a physical space, we understand that the intelligence is that of the territorial community, a construction of the stakeholders and at the same time a corporate citizen:

By involving both the stakeholders and the territorial community in the pooling of data and in their cooperative use, territorial intelligence improves, through a process at once active, iterative and prospective, their understanding of the territory's structure and dynamics and their collective mastery of territorial development [71].

The reference to the community is related to the concept of social capital which is vital for community development, a concept deeply rooted in the Anglo-Saxon world whose aim is to promote local development. According to the World Bank⁴:

³ <http://www.territorial-intelligence.eu>

⁴ World Bank Poverty Net website (<http://web.worldbank.org>), keyword: poverty.

Social capital is defined as all the conventions and social relations rooted in the structures of society and which enables the members of the community to coordinate their actions so as to reach their goals.

But the reference to sustainable development as the key orientation for territorial intelligence also leads to a global approach and to a participatory governance based on the notion of partnership. Sustainable development offers a comprehensive approach taking into account economic, social, environmental and cultural objectives, without being reduced to short term economic and/or financial aspects. Sustainable development simultaneously promotes the governance' decentralized tendencies and offers participatory and partnership-based methods to implement sustainable development actions.

Politically, sustainable development introduces a plurality of viewpoints and the constructivist nature of a common world in the making. As such, community development involves community participation and the partnership of stakeholders, which argues for the use of packages facilitating seamless sharing (in the sense of radical seamlessness as a tool for management and cyber-democracy) and open sharing of data (in the sense of open-data), e-participation and cooperative management of partnership projects. In short, territorial intelligence combines knowledge, action and participation so as to stimulate innovation to advance sustainable development, based on ethical principles which claim to be high.

However, territorial intelligence, as with all social systems, faces the question of which stakeholders matter—and consequently which facts to take into account in the agenda of the reality publicly discussed—on the one hand, and of which packages are suitable to produce collective choices on the other hand. These two obstacles lead to question once again the very notion of territory with its usual focal points linked to the stakeholders' strategies: if expertise, science or so-called proven facts cannot alone help us decide between the different viewpoints inherent to pluralist universes, and if participatory methods of animation alone may not be sufficient to produce agreements and understanding, we may need to adopt mapping tools to follow the territorial arrangements and innovative metrics so as to assess the attachments [72] between the objects that comprise them.

Territorial intelligence is a way for researchers, stakeholders and territorial community to acquire a better knowledge of the territory, but also to establish better control over its development. The appropriation of information and communication technologies, of data themselves is an essential step so that the stakeholders get into a learning process enabling them to act in a relevant and effective way. Territorial intelligence is especially useful to help territorial stakeholders to project, define, apply and assess the policies and actions for a sustainable territorial development [70].⁵

⁵ This definition emerged from the experience born out of the spreading of the Catalyse method in Europe (<http://www.territorial-intelligence.eu/catalyse/>), which, since 1989, has offered tools for territorial diagnosis, assessment and observation for the stakeholder partnerships eager to increase, conduct and assess sustainable development projects within their territories.

Territorial intelligence does not only consider knowledge and information as tools, even when referring to multi-criteria and spatial analytical tools, but as an essential vector of development in a knowledge society. It does not view the territory as a firm or a market, but mainly as an area of cooperation that does not exclude the competitive sector, just like what collective intelligence does:

Collective intelligence refers to the results drawn from collaboration and knowledge sharing, and from competition between many individuals... It can be viewed as a kind of network activated by the recent evolution of information technologies [...]. Territorial intelligence aims to be the discipline whose object is territorial sustainable development in a knowledge society, and whose territorial community is the subject. Its goal is to stimulate a dynamics of sustainable development at the level of territories based on the combination of economic, social, environmental and cultural objectives, on the interaction between knowledge and action, on information sharing, on consultation in project preparations and on cooperation in the way actions are implemented and assessed. On the one hand it gathers and produces interdisciplinary knowledge useful to grasp the dynamics and the territorial systems; on the other hand it hopes to become a tool for territorial sustainable developers Ibid.

The distinctive features of territorial intelligence are summed up along that same vein by Philippe Dumas, a professor of computer science at the University of Sud-Toulon, when he states:

Intelligence as a cognitive process and a way to organize information, and the territory as a space where meaningful relationships can develop.

5.2.2 Presentation of Our Study Fields

It is time to build on specific cases recently dealt with through our own interdisciplinary investigations, under the research group Territorial Assemblages (Agencements territoriaux) which we created not long ago [73, 74, 75].

5.2.2.1 Will La Vallée Scientifique de la Bièvre Join the Paris-Saclay Cluster Within Le Grand-Paris?

We are here interested in the recent attempt, led by a group of elected representatives, to promote the territory of La Vallée Scientifique de la Bièvre within Le Grand Paris, as a reaction to the creation of the neighboring Paris-Saclay Cluster, referred to by its promoters as future ecosystem of growth intending to attract the Ile-de-France and national economy and to become an international hub/cluster for knowledge economy. The different positioning of the two projects is still a very topical issue.

Le Grand Paris is a project that aims to transform the Paris conurbation into a great European capital and world metropolis of the 21st century, so that it is in symbiosis with its environment, like the first five of the kind which are New-York,

London, Tokyo, Shanghai and Hong Kong. The first bill of law for Le Grand Paris was adopted on May, 27, 2010, following a vote in the French Senate. The senators approved the conclusions of the joint committee by 179 votes to 153, opening the path to the construction of a double automated metro loop around Paris. The creation of this new 130 km-long transport artery around the capital will connect nine economic hubs of the area—Plaine-Commune, Roissy, Orly, Saclay, La Défense, Champs-sur-Marne, Evry, Seine-Oise and Montfermeil-Clichy-sous-Bois—through project agreements for future stations and will provide suburb-to-suburb links. It will cost around 21.4 billion euros in investment according to the government's calculations, and will position the Ile de France region among the first four World Cities, along with New York, London and Tokyo, according to Christian Blanc, former secretary of State for the development of the Capital Region.

While some critics view Le Grand Paris project as political gamesmanship mixed with substantive issues, others see it as a strong political and financial commitment for a priority area.

In connection with Le Grand Paris project, the Campus Plan and the Grenelle Environment Round Table, an Operation of National Interest (ONI) plans to turn of Le Plateau de Saclay into a world-class research and innovation center, a territory with high scientific and technological potentiality to boost the national economic growth. A perimeter of ONI covering a large part of the plateau was defined by Decree of the State Council in March 2009, ensuring consistency between spatial planning and the protection of agricultural areas. The project will receive an exceptional investment of one billion euros made possible thanks to a National Loan.

As the local authority representatives for the territories separating Saclay from the Capital city feared to witness the relocation to the Paris-Saclay Cluster of research institutes settled in their municipalities or departments, they in turn came up with the idea of pooling their effort to mobilize an exploratory territory called La Vallée Scientifique de la Bièvre (VSB) which they hoped to promote within the political and organizational dynamics of Le Grand Paris. A few years before, they had created the VSB, an intercommunity informal group conceived as a think tank, without realizing they would have to bring it to the forefront of the strategy for the Ile-the France region (Fig. 5.1).

If it is clear that La Vallée Scientifique de la Bièvre (VSB) has not been conceived to operate the geographic junction between two non-contiguous territories (Paris-Saclay Cluster and Paris—and Le Grand Paris) following the model of a valley linking a plateau to a town, this candidate territory is nonetheless compelled to position itself so as to be able to demonstrate its complementarity with the Paris-Saclay Cluster. The VSB will take the form of an Urban Campus.

By studying the documents produced by the VSB Round Table (the fourth Round Table was held in Fontenay-aux-Roses and led to the production of a benchmark plan for the planning and development of the VSB), the difficulties met by the subscribers to develop their line of arguments become obvious. To reach general agreement and establish the VSB as a key territory for Le Grand Paris, the

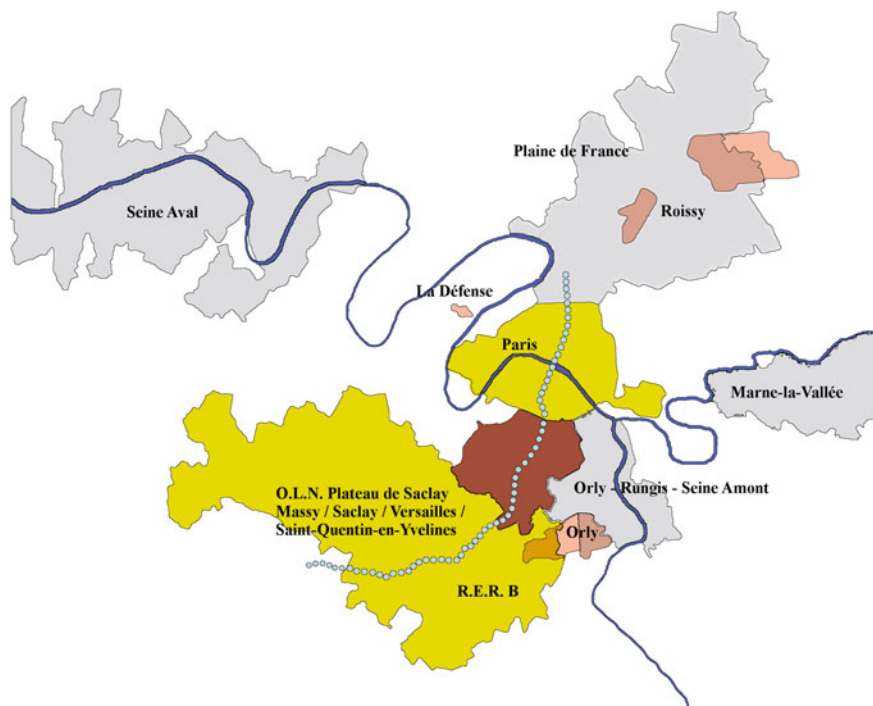


Fig. 5.1 La Vallée Scientifique de la Bièvre among the project territories in the Ile de France region

plan was to offer disruptive categories and model representations adapted to the intricacy of the areas and potential stakeholders, which would open onto readable and convincing public policies (Fig. 5.2).

How to operate the shift of a sector-specific approach, refocus the debate and unquestionably demonstrate the added value of the VSB project within Le Grand Paris? For the time being, a proposal for cooperation has been made to our research group Territorial Assemblages (Agencements Territoriaux) by a representative of the VSB which consists of two parts:

1. Think through the scope of description categories mobilized to present the territorial projects for the Paris-Saclay Cluster and La Vallée Scientifique de la Bièvre, and offer a mode of comparison;
2. Think about controllable means to develop the VSB exploratory territory and make it gain recognition within Le Grand Paris, and to conceive a convincing enough demonstration so that Le Grand Paris take the VSB into consideration and even integrate it in its project.

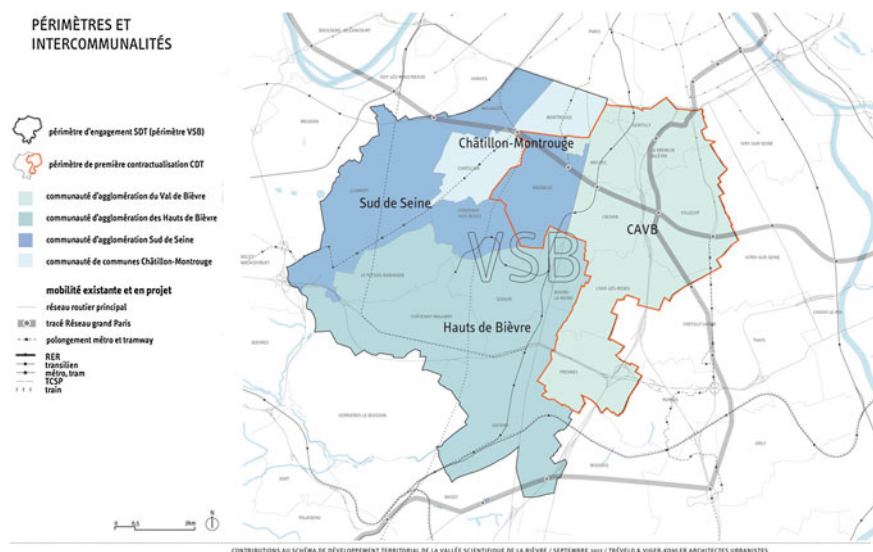


Fig. 5.2 The project territory of La Vallée Scientifique de la Bièvre

5.2.2.2 Taonaba in the French West Indies: A Constructive Criticism on Sustainable Development?

Taonaba is the name given to the eco-tourism planning project for Belle-Plaine canal on Les Abymes territory in Guadeloupe. The municipality's main idea is to create a Mangrove Center. Indeed, the site where the project is located is typical of a coastal wetland area, remarkable both for its ecological diversity recognized as having national and international importance, and for the large stretch of its swamp forest. Moreover, there is an agricultural area adjacent to it, next to an interesting historical heritage—the remains of Belle-Plaine sugar plantation. The will to preserve and develop all these assets guided the Taonaba project⁶ (Fig. 5.3).

The key idea of the project was to improve the ecosystems present on Les Abymes coastal areas in a logic based on sustainable development, by synergizing three different tools:

- Eco-tourism development so as to be the driver of tourist activity in Les Abymes region by highlighting Les Abymes territory and its natural environment;
- Ecological conservation through education in environmental protection and a better understanding of the ecosystems (agricultural areas and coastal wetland areas);

⁶ http://www.ville-abymes.fr/IMG/pdf/presentation_tاونابا_synthetique_2.pdf

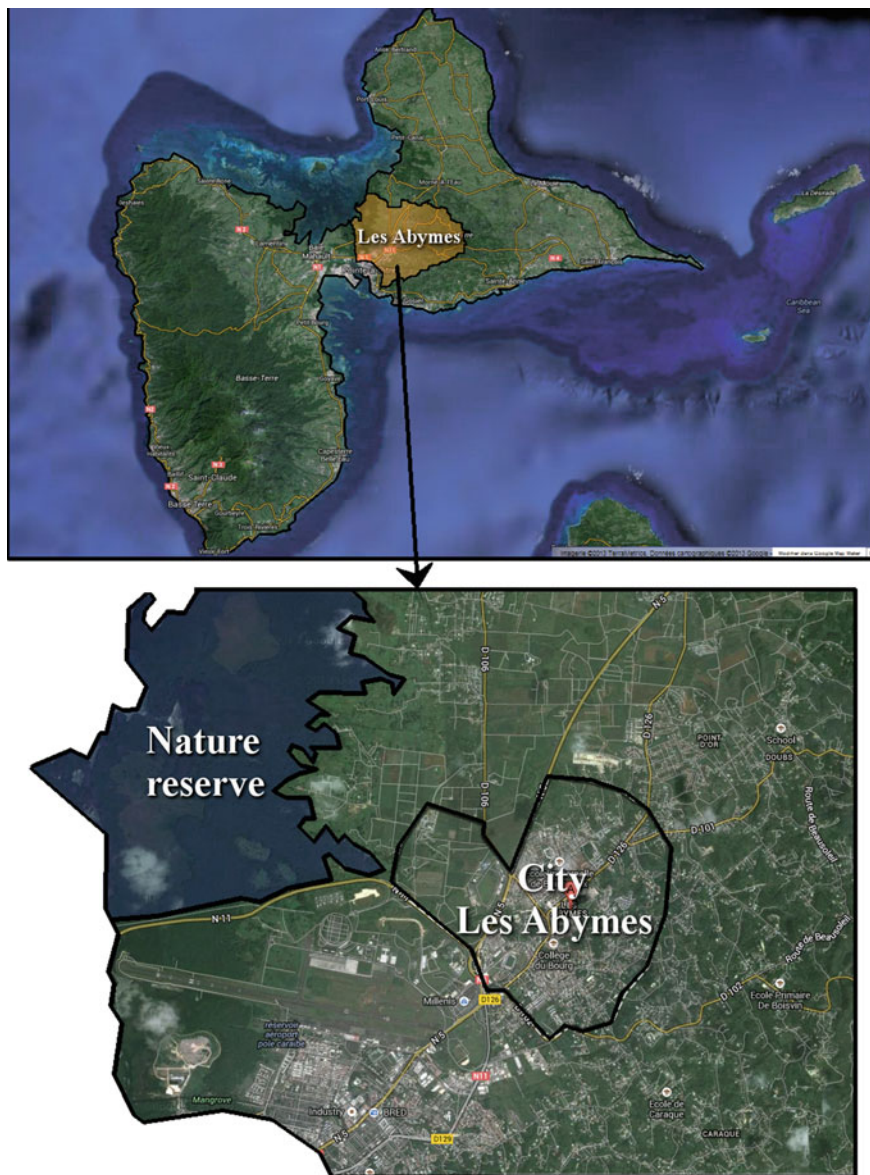


Fig. 5.3 Taonaba's mangrove center location on Les Abymes territory in Guadeloupe. Original picture after a google map satellite view

- Local development (social well-being): by fostering the development of employment-generating activities for the local stakeholders, and by creating a space vital for oxygenation at the city's doorstep (the green lungs of the city).

Three potential axes of activities on location and three types of target audience:

- A science research center on wetlands such as mangrove swamps aimed at students and researchers;
- An educational provision, directed mainly at school groups, which allows an entertaining and yet scientific discovery of these ecosystems;
- A mass-market tourist offer, for local visitors and tourists alike, offering a wide range of indoors and outdoors activities, at the same time pedagogical, entertaining and innovative compared to the services already available in Guadeloupe.

The territorial approach—territory perceived as having a “geographical, economic, cultural or social cohesion at the level of a living or employment area”; approach aimed to express “the common economic, cultural and social interests of the territory’s residents” and to allow “the study and implementation of development projects”—is directly inspired by the creative process at work in the development of ‘administrative counties’ known as Pasqua’s 1995’s law on spatial planning and development of the territory (LOADT) modified by Voynet’s 1999’s law. It is based on:

- A mission: rally together all the stakeholders, users and residents of the area around a common and coherent project;
- An economic interest: develop around the Mangrove Center ecotourism and agri-tourism activities compatible with the main development of Belle-Plaine canal;
- Resources: a territorial Charter, but also territorial contracts between the local authorities and the territory’s stakeholders ensuring a legal framework and financial support for the activities developed, thanks to the development of partnerships (Fig. 5.4).

The process was implemented as follow:

1. Carry out a diagnostic study of the territory to reveal the issues at stake.

For Belle-Plaine, the defined issues are:

- Manage conflicts and mobilize the territory’s stakeholders;
 - Maintain and develop agriculture;
 - Control urban development;
 - Act for the Conservation of the natural and historical resources and the prevention of pollutions;
 - Help in the structuring of a territorial identity.
2. Determine the development axes for the concerned territory in collaboration with all the stakeholders involved.

For the Belle-Plaine case, the identified axes are:

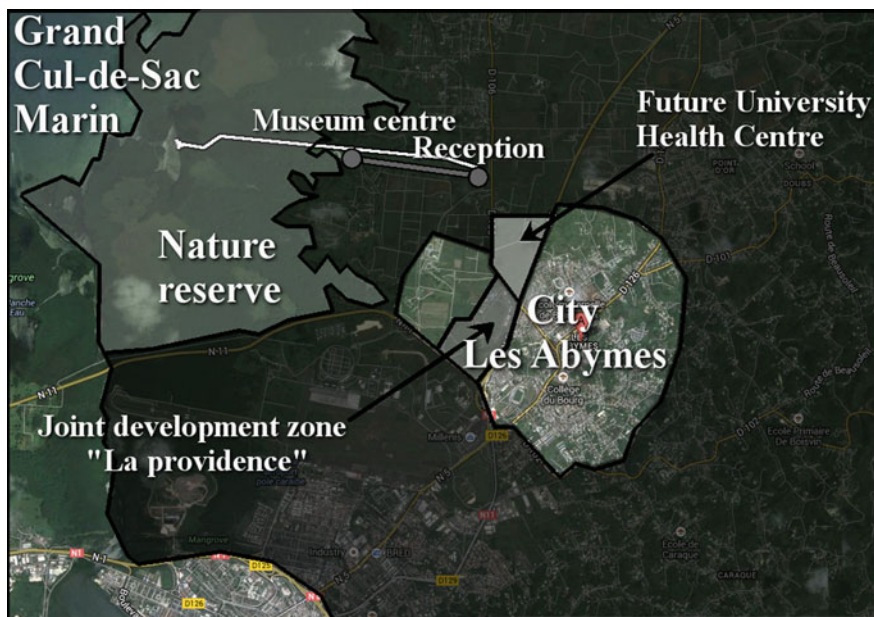


Fig. 5.4 Les Abymes mangrove swamps and marshlands areas within Le Grand Cul-de-Sac Marin in Guadeloupe. Original picture after a google map satellite view

- Use ecotourism as a driver of tourism development;
 - Evolve towards the development of an integrated and sustainable agriculture;
 - Create frameworks for the development of an innovative and well-suited town-planning;
 - Characterize and define the specific identity of the territory.
3. Draw up a territory charter in close cooperation with all the stakeholders (yet to come in the case of Belle-Plaine).
 4. Build an agenda for actions corresponding to the development axes (yet to come in the case of Belle-Plaine) (Fig. 5.5).

From a practical point of view, the method used was as follow:

- Consultation meetings with the different types of stakeholders (farm managers, resident owners, project managers, businesses);
- Attempt at having the town services involved in the project through the appointment of a TAONABA contact person within each department dealing with one or several issues of the project;
- Development of partnerships with the University of the Antilles and Guyana, the National Park, and the Coastal Conservation Authority;
- Fieldwork for an accurate identification of the different users of the areas;
- Cost assessment and fund- seeking for the action program;



Fig. 5.5 Bird's eye view of the mangrove center and of the future the water sports center.

Source: http://www.ville-abymes.fr/IMG/pdf/presentation_tاونابا_synthetique_2.pdf

- Launching of a call for eco-tourism and agri-tourism projects for the Belle-Plaine area (action that will be carried out by an external consulting firm);
- Establishing thematic working groups: agri-urban project, land-use planning, territorial charter, economic development;
- Concrete targeted actions: dealing with the access road, networking of actors and project managers, setting up of informative billboards on the progress of work, participation of local residents in some phases of the procedure (e.g. logo meeting, trail meeting etc.).

Les Abymes services' idea is to pursue the implementation of a sustainable development and participatory consultation approach throughout the Taonoba project life cycle, in the new context of creation of a community of municipalities comprising the town from Les Abymes to Pointe-à-Pitre, called Cap Excellence (<http://www.capexcellence.net>).

Cap Excellence intends to become the driving force of social, economic and cultural activity in Guadeloupe, and seeks the best way to pool the resources together and drive the economies of scale necessary at a time when national financial support becomes scarce. The slogan put forward is “Cap Excellence aims to build a territorial project based on values of sustainable development and social cohesion”.

The Cap Excellence territory, encompassing the territories of Pointe-à-Pitre and of Les Abymes, turns out to be a strange cultural bi-pole made up of the conceptual coming together of Taonoba and the ACTe Memorial,⁷ likely to make Cap excellence utterly original, and thus to gain substantial visibility. The tension might be seen as resulting from an opposition between nature (Taonoba) and culture (ACTe Memorial): but in fact it results entirely from the reversal of this opposition, through information sharing and mutual influence, which continues to deplete the Nature/Culture conjecture (Fig. 5.6).

⁷ <http://www.cr-guadeloupe.fr/upload/documents/Macte12P.pdf>



Fig. 5.6 Future ACTe memorial site in Pointe-à-Pitre in Guadeloupe. Original image from the brochure available at: <http://www.cr-guadeloupe.fr/upload/documents/Macte12P.pdf>

The ACTe is indeed a memorial project centered on the painful issue of slavery, a very sensitive question in Guadeloupe. One thing worth mentioning at this point is the plant-like look of the ACTe Memorial architecture which echoes the mangrove swamp, when Taonaba (a Tainos First Nations place name) became a haven for runaway slaves (Maroons). It is also interesting to notice the tension between the sacred aspect and the desire to visit, valid both for the mangrove swamp seen as a sanctuary and for the sacred memorial. All this refers the notion of heterotopy, notion on which we will return in depth.

The political leaders of the Cap Excellence Corporation have asked our research group Territorial Assemblages (Agencements territoriaux) to help draft this Taonaba/ACTe Memorial bi-pole through innovative thinking.

5.2.3 Back to Conventional Spatial Management Assumptions: How to Overcome Them?

Spatial management, in its conventional sense, implies globally stable territories that only catastrophes can destabilize, apart from the periods corresponding precisely to so-called wished for and assumed planning actions carried out through planning and project management techniques. The categories that govern this constant virtual stability are most of the time not fully thought out, placed under

the high spatial and temporal protection of abstract Topos and Chronos, and then developed on discrete scales corresponding implicitly to the hierarchy of territorial powers that rule over them. Added to this is the modern-day triumph of a naturalistic cosmology which, in Western or Westernized societies, validates an irreconcilable duality between Nature and Culture.

These assumptions must be overcome absolutely to raise territorial intelligence to the status of digital humanities.

5.2.3.1 Territories Virtual Stability Assumption

As many other municipalities, Les Abymes recently launched its local Agenda 21 (<http://www.ville-abymes.fr/spip.php?article30>). The elected representatives considered that the implementation of the Territorial Climate and Energy Plan (TCEP) and of the Agenda 21 would allow the sustainable development of the territory given the political stakeholders' great willingness to be part of a participatory eco-responsible approach. The connection of the Agenda 21 with the Local Town Planning (LTP) is under way.

According to the principles of sustainable development adopted at the Earth Summit in Rio, an Agenda 21 program has to address the economic, social, cultural and environmental aspects harmoniously, and promote the broadest possible participation in the population and civil society stakeholders (associations, businesses, administrations). These programs are strongly regulated by benchmark laws. In France, the Grenelle Environment Round Table in 2007 provided an opportunity to elaborate a long-term roadmap regarding the environment and sustainable development. A National Strategy for Sustainable Development (NSSD) called Toward a Fair and Equitable Green Economy was adopted on July, 27, 2010. It set the French policy as regards sustainable development for the period 2010–2013. A frame of reference for the assessment of the local Agenda 21 was built and an Observatory established. Sustainable Development Indicators⁸ were recently developed by the Observatory of the Territories managed by the DATAR.

Drawing up an Agenda 21 is a participatory process generally drafted over a 3–4 year period. The key steps in its composition are the territorial diagnosis and the writing of the Action Plan. We would like to highlight the fact that local sustainable development processes, and particularly the method used to draft the local Agenda 21, are consistent with today's conceptions of what the management of public policies should be [76]. And yet these « conceptions » are rather at odds with the « institutional arrangements » intending to manage common resources, as described by Ostrom [77]. The Agenda 21 are basically scheduled action plans which place the local political stakeholders in a central position to

⁸ <http://www.developpement-durable.gouv.fr/-Le-referentiel-pour-l-evaluation-.html>, <http://observatoire-territoires-durables.org/>, <http://www.territoires.gouv.fr/observatoire-des-territoires/fr/node>

coordinate the approach, and place it in the footstep of a strategic planning model which, as is well-known, is being increasingly criticized [78].

Thus, even when dealing with a process said to be participatory, the territories respecting the notion of sustainable development are supposed to be virtually stable in that the elected representatives ruling over them resort to project management and planning methods mobilizing functional services structured around functional areas: transport, housing, education, health, culture. However, “The territory, over-impressed as it is with the marks and readings from the past, looks more like a palimpsest. In order to set up new equipment and to use some of the land more efficiently, it is often necessary to modify its substance irreversibly. But the territory is neither a disposable packaging nor a consumer product which can be replaced. Each territory is unique, hence the necessity to recycle, to scratch once again the old text men have imprinted on this irreplaceable material which is the soil, so as to write a new one addressing today’s needs, which, in turn, will be discarded. Thus some regions, dealt with too harshly or in an improper way, present holes, like an over-scratched parchment. In the language of the territory, these holes are called deserts” [30].

The vocation of the territory is to induce a planning dynamics from its inhabitants, as they unfold their projects and their vision of living together. That is how the competitive attractiveness of the territories appears, generating migration flows difficult to reconcile with a conception of the territories as developable and virtually stable entities.

This vision has, of course, an impact on the representation and structuring of the information system. Even though the traditional tools of digital representation of data are adapted to the conception of a stable territory—with for example a conventional structure of a relational database, be it enriched with and composed of metadata—this structuring reaches its limits if the representation is also to return an evolution dynamics of the database structure.

5.2.3.2 How to Outsmart Territorial, Spatial and Temporal Scales, Prone to Spontaneously Organize Powers and Institutions in a Hierarchical Way?

According to Foucault [79], “our own time might be the time of space”. We would be in the epoch of simultaneity, of juxtaposition, the epoch of the near and the far, of the “side-by-side”, of the dispersed. We would be at a time when the world is no longer seen as a long life that would develop through time, but rather as a network that connects points and intersects with its own skein. One could argue that some of the ideological conflicts which feed today’s polemics are waged between the pious descendants of time and the tenacious inhabitants of space. However, it should be noted that the notion of space which seems to be today at the heart of our concerns, our theory and our systems is not an innovation; space itself, in Western cultures, is endowed with a history, and one cannot ignore this inevitable “interweaving of time and space” [31].

So as to retrace briefly this history of space, we could say with Michel Foucault that in the Middle Ages it was a hierarchical set of places: “sacred spaces and secular spaces, protected spaces and open, defenseless spaces, urban spaces and rural spaces—so much for the daily life of men; in the cosmological theory, there were supra-celestial spaces opposed to the celestial space; and the celestial space was in turn opposed to the terrestrial one; there were spaces where things were put because they had been violently discarded and then spaces, on the contrary, where things would find their natural ground and stability. It was all this hierarchy, this opposition, this intersection of places which could roughly be called medieval space, a space of localizations.

From now on, we would be at a time when space appears to us as connections of sites, marked by concerns which fundamentally affect space, undoubtedly far more than time; time appearing probably only as one of the various distributive operations that are possible for the elements that are spread out in space.

Yet, despite all the technologies that invest it, despite all the networks of knowledge, which makes it possible to determine or formalize it, the modern space may not be fully desacralized—unlike time probably which was indeed desacralized in the 19th century.

Although there was indeed some theoretical desecration of space (the starting point of which was Galileo’s work), we may not have reached the point of a practical desecration of space. Our lives may still be ordered around some infrangible oppositions, which the institutions and practice have not yet dare damage; oppositions which we take for granted: for example, between the public and the private sphere, between the family and the social space, between the cultural and the useful space, between the recreational and the work space; all these oppositions are still nurtured by “a faint presence of the sacred” [31].

Traces of this faint presence of the sacred in space can be detected in the law. Different legal regimes are enforced in places categorized differently depending on their particular use: public places—private places including digital spaces where the written words do not benefit from the same protection (freedom of the press) and will not have the same consequences (libel).

But digital technology, in so far as it allows a spatial continuum and a time continuum to be operationalized, desecrates the representations and discrete scales of time and space, and thus breaks down the assumption that territorial power has to be hierarchical and correspond legitimately to the intertwining of the spatial and temporal discrete scales.

The notion of heterotopy was introduced by Michel Foucault in a text he presented at the Cercle d’études architecturales (Architectural study group) in Tunisia in 1967⁹:

⁹ (<http://foucault.info/documents/heteroTopia/foucault.heteroTopia.fr.html>). The article is published in « Dits et écrits », « Des espaces autres » in *Architecture, Mouvement, Continuité*, n°5, octobre 1984, pp. 46–49.

There are also, probably the in every culture, every civilization, real places, actual places, places that are shaped in the very fabric of society, and which are kinds of counter-sites, kinds of utopias actually achieved where the real sites, all the other real sites that can be found within a culture are simultaneously represented, questioned and inverted. Places of this kind are not part of any place, even though it may be possible to indicate their location. The places, because they are intrinsically different from the sites they reflect and speak about, I shall call them, by way of contrast with utopias, heterotopias.

Thus hierarchy gives way to heterarchies, just to the extent that topology gives way to heterotopias. Accordingly, in his speech at a seminar on sustainable cities organized by Cap Excellence, the Deputy Mayor of Cachan showed, through the real example of La Vallée Scientifique de la Bièvre, how he managed to simulate stabilized conquest situations without the depletion of resources inherent to conquests. The basic idea is as follow: when a territory wishes to promote a project, it starts by informing the neighboring territories organized in an informal and not permanently established association—as was the case with La Vallée Scientifique de la Bièvre in its early stages. As a result, a conquest is simulated which encourages the adoption of a common viewpoint, by promoting one's own views or by moving away from them for the sake of adopting better ones. If *abulia* could prevail when alone, it now becomes necessary to show, explain, present arguments, change so as to keep this conquest with all one's might—the conquest, which in this specific case is a virtual one, has not exhausted any of the resources. Indeed, according to Montesquieu [80]:

Conquests are easy to make because they are made with all one's forces; they are difficult to preserve because they are defended with only a part of one's forces.

Once the alchemy of the conquering plunge has taken place, the coherences identified and the concessions made, it remains to loosen the grip of the virtual conquest and come back to the territory *per se*. For once, there are no wounded soldiers caught up by the enemy in this retreat, because it is also a virtual one. Even failure is not a defeat. The hierarchy has given way to the heterarchies.

5.2.3.3 Duality Nature/Culture: How to Fight the Hegemony of Naturalistic Cosmology?

Cap Excellence is an excellent way to combine, at the level of an enlarged territory, cultural reflection and reflections on Taonaba (tourism, biodiversity). The question of preservation, of how it impacts Taonaba and the ACTe Memorial, is still to be dealt with. How to agree on a policy for cultural and natural heritage? How to respect the various ways of being into the world and define customs that could be agreed upon by all its occupiers? All the more so if we want to avoid the simplistic naturalistic view. It seems to be the case if the Guadelupian identity is consistent with Edouard Glissant's prospective views [81].

The Cap Excellence Territory- Guadeloupe's main territory- has to build an identity beyond Nature and Culture, but in their mutual instruction. Taonaba is a specular echo of the ACTe Memorial and vice versa. "For naturalism is just one of

many ways to configure the world, that is to contrive some identifications by allotting attributes to existing beings, ascribing, starting from the available options, to an unspecified alter a physicality and an interiority comparable to or differing from those found in any human experiences. So that identification can go down four ontological routes. Either most existing entities are supposed to share a similar interiority whilst being different in body, and we have animism, as found among peoples of the Amazonian basin, the Northern reaches of North America and Siberia and some parts of Southern Asia and Melanesia. Or humans alone experience the privilege of interiority whilst being connected to the non-human continuum by their materiality and we have naturalism—Europe from the classical age. Or some humans and non-humans share, within a given framework, the same physical and moral properties generated by a prototype, whilst being wholly distinguishable from other classes of the same type and we have totemism—chiefly to be found among Australia’s Aborigines. Or all the world’s elements are ontologically distinct from one another, thence the necessity to find stable correspondences between them and we have analogism—China, Renaissance Europe, West Africa, the indigenous peoples of the Andes and Central-America. Yet, it can be shown that not only each of these modes of identification foreshadows a kind of community more specifically adapted to the pooling in a common destiny of types of entities it distinguishes—each ontology creating a distinctive sociology— but also that the ontological boundaries impact on the definition and on the attributes of the subject, therefore that each ontology fosters an epistemology and a theory of action adapted to the problems it has to solve. In other words, the problem we face is as follow: how can a naturalistic epistemology, bearer of universalistic values, amend so as to accept non-naturalistic epistemologies?” [82]¹⁰ (Fig. 5.7).

However, naturalism alone is accountable for radical expansionism, and also for sustainable development regulation. In that respect, sustainable development could be criticized, especially in cultures (Guadeloupe) claiming inherent anthropological mix (Fig. 5.8).

For naturalism recognizes the signs of otherness in the discontinuity of the spirits, as opposed to animism for example, which reads them in the discontinuity of the bodies. Is different from me the man who speaks another language, believes in other values, thinks along different lines, has another vision of the world. As such he is no longer my exact fellow creature since the “collective representations” he adheres to and which influence his actions are poles apart from mine. Strange habits, enigmatic or disgusting practices are then explained by the fact that those indulging in them cannot help believing (thinking, picturing, imagining, judging, guessing...) that this is the way they have to proceed so as to reach a specific goal. It is a question of ‘mentalities’, and if they are allegedly knowable up to a point by the traces they leave in public expressions, it is however, impossible to understand their functioning in depth, because I cannot completely creep into the mind of one of my fellow creature, no matter how close. From that perspective, it is easy to understand that radical otherness lies on the side to those who are deprived of mind or who do not know how to use it: the savage in the past, the mentally-ill today, and above all, the multitude of non-humans: animals, objects, plants, stones, clouds, all this material chaos

¹⁰ Translated by Janet Lloyd.

<div>Body</div> <div>Interiority</div>	Same	Different
	Same	Different
Same	Totemism Aboriginal Australia The face of otherness	Naturalism Europe from the classical age <i>Discontinuity of the spirits</i>
Different	Animism Amazonia, Northern part of North America, Northern Siberia, Melanesia, part of Southeast Asia The face of otherness	Analogism China, Renaissance Europe, Western Africa, the Andes and Mesoamerica <i>Absence of analogy</i>

Fig. 5.7 The different cosmologies, depending on the way to consider the other’s interiority versus physicality [82]

<div>Body</div> <div>Interiority</div>	Same	Different
	Same	Different
Same	Totemism Aboriginal Australia The face of otherness	Naturalism Europe from the classical age <i>Discontinuity of the spirits</i>
Different	Animism Amazonia, Northern part of North America, Northern Siberia, Melanesia, part of Southeast Asia The face of otherness	Analogism China, Renaissance Europe, Western Africa, the Andes and Mesoamerica <i>Absence of analogy</i>

A particular universalism:

- a model of development ←
- a positioning on sustainable development and a view on consultation ←

Fig. 5.8 Naturalistic cosmology would be based on a particular universalism [82]

whose reality is repetitive whilst man, in his great wisdom, strives to determine their composition and operation rules.

How, then to escape the dilemma of naturalism, this far too predictable oscillation between the monistic hope of natural universalism and the pluralistic temptation of cultural relativism? Most specifically how to step back from the comforting thought that our culture would be the only one to have gained a true understanding of nature whilst other cultures would only have access to representations—rough representations, yet worth considering for benevolent spirits, false and pernicious because of their contagiousness for the positivists? This epistemological regime, which Latour calls “distinctive universalism” establishes the development of anthropology and legitimize its success, so much so that it is difficult to imagine a patient leaving his mental hospital without risking ostracism and facing a sterile wandering mesmerized by the mirages of singularities [82].

5.3 Towards a Participatory Intelligence of Territorial Dynamics

How to allow the advent of a genuine participatory intelligence of territorial dynamics? We may have to come back to an antepredicative sense of topological space and chronological time, close to Khôra and Kairos, through ecoumenal assemblages, concept developed by Augustin Berque and to which we will return later.

This question relates directly to the representation of knowledge and its structuring but also to the evolution dynamics of its representation and the interactions between the knowledge representations different stakeholders come up with. These representations are at least of three types already identified and pointed: places and infrastructure, decision-making structures and finally the stakeholders involved in the decisions which are likely to take part in the decision-making processes.

Since knowledge structuring requires separate representations taking into account several categories and the evolution and interaction dynamics, the traditional tools of knowledge representation are outdated, that is why new tools have to be developed.

As part of this deconstruction process, the question of incommensurability arises: how to arrange contents to reduce their incommensurability to its commensurable portion, or make arrangements that make them commensurable, thus allowing the interoperability of information systems that will derive from it.

5.3.1 *Territorial Intelligence: Providing Tools for the Deconstruction of Radical Naturalism*

In what follows, we present three action-researches led by our research group Territorial Assemblages (Agencements territoriaux) on the areas of La Vallée Scientifique de la Bièvre and Cap Excellence. All three try to provide tools for a deconstruction of radical naturalism, which currently prevails in Western or Westernized cultures and modify the representation at stake and the structuring of the information system.

5.3.1.1 **Heterotopies and Heterarchies : Weakening the Arbitrariness of the Temporal and Spatial Scales Disruptions**

The first part of our research on La Vallée Scientifique de la Bièvre, is built upon the heterotopies as developed by Michel Foucault. We criticize the discretized spatial and temporal scales supported by hierarchies of power that create gaps

between the discrete levels, and introduce complexes of heterogeneous and fringed spaces.

We drew inspiration from Walter Benjamin in his book *The Arcades Project*, from Georges Pérec in his research on intimate space organization [83], Gaston Bachelard and his phenomenological investigations, from Berque and his *Ecumenes* [84], from Deleuze [85] in his *Thousand Plateaus*, eventually it is Michel Foucault's thinking that has held our attention. We mobilize the heterotopies conceived by Michel Foucault as early as 1967—with in the background Deleuze's notions of assemblage function and Foucault's concept of power apparatus—to provide a perspective on La Vallée Scientifique de la Bièvre within Le Grand Paris.

Here are the main principles Michel Foucault outlined in his heterotopology. We may reformulate these principles as follows.

- First principle: In any given society, one or several heterotopies are created.
- Second principle: Any society can remove or reorganize an existing heterotopy. It can also organize a heterotopy that did not exist before.
- Third principle: A heterotopy can juxtapose several incompatible spaces in one given place.
- Fourth Principle: Heterotopies open to heterochronies.
- Fifth principle: Heterotopies have a system of opening and closing that isolate them from their surroundings.
- Sixth principle: Heterotopies have a function as regards the remaining space.

A heterotopological reading of the Paris-Saclay Cluster territories and La Vallée Scientifique de la Bièvre territories allows to position the VSB project as complementary to the Plateau de Saclay. At first glance, the supporting documents for the two projects are rather similar. Some try to make sense of what is by building on the gains and their inner dynamics, while others try to give meaning to what the cluster will stand for—scientific supremacy, excellence, blending of functions, emergence of a new identity exceeding the mere juxtapositions of structures. In both cases, there is a striking lack of homogeneity in the arguments put forward. No sooner have the effects of a first argument been sketched out that a second one is broached before the full implications of the first are grasped. The intricacy of the territories under scrutiny is obviously not compatible with the type of description, and the methodological tools are still lacking.

a. The VSB project struggles to step out of the tracks of Paris-Saclay Cluster Project

The methodological approaches driving the creation of the Paris-Saclay Cluster territory and La Vallée Scientifique de la Bièvre territory differ from one another first and foremost in terms of what has not been fully thought out or, to put it differently, as regards the implicit hypotheses on which they are based. In fact, the Plateau de Saclay dynamics rests on axioms that should not be taken for granted and need to be supported, and whose criticism may not be politically well-advised,

at a time when the country as a whole fears for its rank in the world. The VSB creators discreetly refrain from referring to those axioms, but do not criticize them openly, nor run the risk of putting forward some others.

The Table 5.1 summarizes the main implicit hypotheses present in the ONI Saclay Plateau Project, which we try to verbalize by picking out the phrases from which they emanate in the texts:

The territories of Paris-Saclay Cluster and La Vallée Scientifique de la Bièvre share key characteristics:

- Both territories offer a coherent functional and spatial diversity in the making; they are project-territories that can only be understood in their dynamics, always in the backdrop of global competitiveness and necessary economic growth;
- Both territorial projects try to find reference points to their respective advantage and assessment tools for their own dynamics.

b. Differential positioning of the VSB project compared to Paris-Saclay Cluster

The positioning differences are presented in the comparative Table 5.2:

The foreshadowing of Paris-Saclay Cluster is based on symbolic figures like the figure of the local showcase territory that has worldwide impacts, and on methods such as imitation/adaptation of practices implemented where “they work”, postulating a cause and effect relationship. Development of large clusters would lead to virtuous practices—spontaneous coordination, resource pooling and sharing, result exchanges, interactions and interdisciplinarity—which in turn would lead to the accelerated ripening of the fruit of these practices (realization of economical potentialities, innovative breakthrough, creation of dynamic companies and, appeal to the best in the world).

These symbolic figures are not called forth in the VSB, they are not criticized either for that matter, yet not the slightest substitutive figure is called forth in their

Table 5.1 Main implicit hypotheses in Paris-Saclay Cluster

Phrases present in the text of the ONI cluster	Implicit hypotheses
Paris-Saclay project	
Actualize potentialities by promoting development plans	Structural development would mechanically lead to the realizations of economic potentialities
Coordinate and rally around joint actions, mutualize collective equipment	Geographic proximity would lead to spontaneous coordination
Accelerate the ripening of industrial processing of scientific breakthrough and business development	The densification of potentialities would mechanically bring about the acceleration of the ripening processes
Promote strong interactions, technology transfer, and interdisciplinary	The cluster organization would automatically prompt a boom in interactions
Encourage, at the interfaces of traditional disciplines, the emergence of future technological breakthrough and scientific revolutions	The contact of very specialized and complementary research works would naturally produce scientific revolutions and scientific shifts at the interfaces

Table 5.2 Different features of Paris-Saclay cluster and the VSB

Projects' characteristics	Paris-Saclay cluster	La Vallée Scientifique de la Bièvre
Benchmark	Operation of national interest (ONI)	Reference plan, population involvement
Type of structure	Functional cluster, innovative campus, synergy and simultaneity	Urban campus with emphasis on spatiality, intermediate integration between Paris university districts and a Saclay-like cluster
Development horizon	Speed, acceleration, then progressive deploying	Slow speed; progression
Implementation regime	Shift, exception and exemplariness, pro-active approach	Continuity, in keeping with a historical and geographical tradition
Model of integration	Interconnection through fast networks (transport, communication) of the whole Le Grand Paris area, overture, and energy integration	Overture (sharing, global, sustainable)
Rhetorics	Youth, positive announcement effect	Maturity, regularity, age of the installations
Inspiration	Innovative approach and benchmark of the best clusters worldwide	Singularity (its own scale, its own way)
Impulsion	Pro-active, massive investment	Participatory, confidence
Fields of activity	Economic and social specialization, restricted thematic areas, knowledge economy	Diversity
Topology	Densely populated concentric zone, linked to the city through fast intercity connections	Part of the southern Ile-de-France cone for innovation, intermediate link
Ecology	Environment (plateau = metaphor of the platform and of intervisibility); city life and proximity to nature are reconciled; farming activities maintained; natural water resources and architectural heritage preserved	Living place (valley = metaphor of a hierarchy and intervisibility)
Local/global	Ecosystem of growth to boost the Ile-de-France region and the nation's economy; expect global positive effects from a local perspective, aim to be one of the world's emblematic place, an international hub for knowledge economy	Deal with the negative effect of globalization at a local level (dual trend—co-variant yet not linked—for people to settle within the territory while not working there, and, in a globalized job market, for executives to live away from the territory)
Spatial positioning	Compact development on 7,700 ha to save space, higher density and opening-up are thought out simultaneously	Variety

(continued)

Table 5.2 (continued)

Projects' characteristics	Paris-Saclay cluster	La Vallée Scientifique de la Bièvre
Visibility	Showcase, emblem, seamless and attractive offer, reference internationally recognized on the résumé of researchers and students alike	Discrete 'distinction'
Model of growth	Continuous innovation in knowledge economy, symbolized by the 'knowledge triangle'—education, research and innovation—	Local growth through redistribution, try to 'be a local metropolis', that is to say ward off the curse of gentrification and individualism
Points of comparison	Comparable to the most successful similar clusters worldwide with the emergence of a synthesis, of a new model	Comparable the other territories comprising Le Grand Paris
Assessment	Move up in the Shanghai Ranking, creation of wealth and innovative companies, high-performance, quality of life and functional diversity	"Time will tell", quality of life in the long-term for the users.
Governance	Heterogeneous federation (49 municipalities, 23 higher education and research institutes, 3 competitive/competitiveness clusters)	Homogeneous federation (mayors)

stead, probably because it is not that easy to produce categories as elementary and powerful, whose radical criticism would be the target of serious accusations (pessimism, fatalism, lack of enthusiasm and spirit, even defeatism).

c. A possible heterotopic approach of the VSB

Paris-Saclay Cluster is somewhat like a television show: it is a showcase, visible worldwide, and appealing as is the case for any place where one can gain visibility. It is obviously the hybridization of a crisis heterotopy with a heterotopy of deviation (coming with the first principle), since the proposed solution to solve the ongoing economic crisis is a radical inversion of the set of deviation, by which all that is not conspicuously in the showcase is presented as deviant. Its rhythm is synchronous with its counterparts the new showcase territory competes with. Its pace may be even faster, in so far as the project asserts itself as mimetic in its goals—even more so than in its construction—(second principle).

Paris-Saclay Cluster is dense (scientific density and compact development but with an open lay-out, “protected and yet open”) and optimized. As such it radiates throughout the world like a hologram, thus generalizing the third principle of Foucault’s heterotopology. It is based on the principle of acceleration (fourth principle) and of the centrifugation of the slow, which is at the heart of its selection process (fifth principle).

Paris-Saclay Cluster is a heterotopy of compensation—maybe combined with a heterotopy of illusion (sixth principle), intended to be an allegorical embodiment of a post-crisis situation, provided the stakeholders, who in fine will have to determine its operational content, commit themselves to this fiction in the long term, or else it will be no more than a mere utopia.

In addition, La Vallée Scientifique de la Bièvre presents a categorical consistency coupled with sensitivity differentiators, mainly characterized by a positioning on the fringe of the showcase, marked by an unapologetic discretion—discretion which, however, has been damaged by the very creation of the VSB and accounts for the present lack of consistency in matter of communication policy and public awareness.

By probing further into its positions, one may wonder how the VSB could complete its proposals so as to make them indispensable and indisputable. La Vallée Scientifique de la Bièvre territory could work on the unthoughts of the Paris-Saclay Cluster ONI by experimenting them on a full scale, away from the spotlights (discretion), with more freedom on the choice of its speed (precision of the slow motion), away from the need for challenge simultaneity (demand for diversity), and above all at the very level of the functional operations and the stakeholders operational participations (involvement, confidence).

Thus at the level of these two contiguous territories, the heterotopy embodied by Paris-Saclay Cluster would gain strength, credibility, sustainability, and would widen its percolation surface.

While keeping its own imagination and working on a territorial identity that would preserve its other assets, the VSB can support change and capitalize on it for

Table 5.3 The five operational fictions to master

Fictions that need to be checked
1 Structural development would <i>mechanically</i> lead to the realizations of economic potentialities
2 Geographic proximity would <i>mechanically</i> lead to spontaneous coordination
3 The densification of potentialities would <i>mechanically</i> bring about the acceleration of the ripening processes
4 The cluster organization would <i>automatically</i> prompt a boom in interactions
5 The contact of very specialized and complementary research works would <i>naturally</i> produce scientific revolutions and scientific breakthrough

its own economic and social development. In other words, the VSB could be thought out as a heterotopy preventing Paris-Saclay Cluster from turning into a utopia, by working on its unthoughts, studying in depth the realistic outcomes of its opportunity requirements and practical modalities of implementation. This would mean ensuring that the five main fictions given in Table 5.3 meet controlled conditions of implementation.

5.3.1.2 Assemblage Theory: Weakening the Naturalist Assumptions and Modeling

The second approach to our research on La Vallée Scientifique de la Bièvre, is built upon the assemblage theory [85, 86], coupled with the theory of simplicial complexes [87–89].

Both territorial projects under study present a list of proposals, backed by agents, which have impacts over time. At the beginning, the relational definition of the proposals is empty, then it changes when the agents get connected. The similarities they demonstrate are revealed through the extraction of the lists of agents and proposals. The proposals may be networks of cohesive facts, but what is at stake here is to try and understand the representativeness of the agents (who cogenerate the proposals) and the links between these agents and the proposals. The idea of democracy resurfaces with the possible identification of backings, strong and weak links, cohesive elements (hard to disconnect) and also of the territorial or local effects or impacts. Eventually, the structure construction and the identification of trajectories within the arrangements [86, 90] should make it possible to optimize the network of proposals by assessing the strength or weakness of the links that bind them together, spot the agents that have to be convinced, those whose influence should be strengthen or weaken, order the proposals depending on relational distances, increase or reduce the distance between two proposals so as to alter the relational density which determines the strength of the link (Fig. 5.9).

The aim is to promote the making of a common world, an optimized view of the *best* proposals to implement. The best-supported proposals must achieve the most desired effects, but a significant place must be left to the proposals or effects that,

though not backed by the majority, can turn out to be key (cf. representativeness of marginal viewpoints). Similarly, the identification of *gaps* within the arrangement allows to detecting the absence of key or intermediary agents who could back a proposal and make it more influential.

Several web content searches were carried out as part of a first experiment. The results from the query “Paris-Saclay Cluster” performed in September 2011 on GoogleTM are presented below by way of illustration. The ranking proposed by this search engine makes it possible for an analyst to identify the dynamic and heterogeneous entities of a given situation. We analyzed the first five pages of results provided by GoogleTM so as to extract the agents and proposals of the Paris-Saclay Cluster. We present an excerpt from the results in the Table 5.4 in which the proposals are bolded.

Table 5.5 shows the links existing between the agents and the proposals. Some are quite expected, while others are less so [73]. Besides, even if it is only an excerpt from the results returned by GoogleTM, we can already see a certain variety in the entities and their links. The agents involved in several proposals connect these proposals and potentially modify the form and dynamics of the global arrangement.

Let’s take the example of the proposal “setting up of a R&D site in the Palaiseau district”. It emerges from the interlinking of four agents: “EDF”, “R&D”, “Paris-Saclay Cluster” and “Palaiseau District”. Moreover, it can be positioned on a map (Palaiseau district of the Cluster territory). Another example is the following proposal: “be exemplary as regards energy savings and energy efficiency”. It emerges from the interlinking of the agents “Paris-Saclay Cluster” and “Ecole Polytechnique district” which can also be positioned on a map. The two clusters formed by “setting up of a R&D site in the Palaiseau district” and “be exemplary as regards energy savings and energy efficiency”, peopled by the interconnected

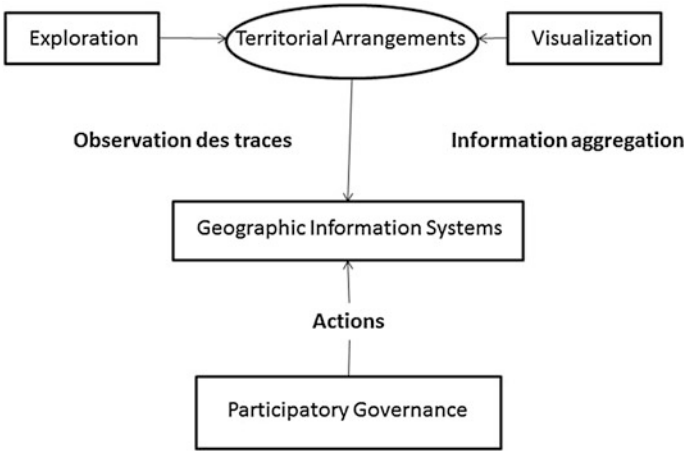


Fig. 5.9 Architecture of a system of territorial participatory governance

Table 5.4 Excerpt from the results of the query performed on GoogleTM (2011 09 30)

EDF confirms the setting up of its main R&D site within Paris-Saclay cluster, in the Palaiseau district
After a long gestation period, Paris-Saclay Campus was given a crucial boost in 2007 thanks to operation campus launched by the French president
The Ecole Polytechnique district, as well as Paris-Saclay cluster as a whole, has to be exemplary as regards energy savings and energy efficiency
Paris-Saclay cluster is created to capitalize on interactions between higher education, research and industry and to contribute to the creation of innovative start-ups and growth in general
Our municipality (Jouy en Josas), located 17 km from Paris, is now part of the 49 municipalities selected in the draft bill on the creation of the public body Paris-Saclay
Amendment to provision of title V relating to the creation of Paris-Saclay cluster—art.22—composition of the governing council for the future Paris-Saclay public body
In July 2008, the French minister for higher education and research asked the different stakeholders to commit themselves and respond to the remarks of the assessment committee on operation campus
The preliminary mission for the Paris-Saclay public body plans to have a study conducted on the strategic planning of the Paris-Saclay cluster
Renovating Paris-Sud university is listed among the important elements in this file (Paris-Saclay campus)
The Building of the first intermediary road section from the Ecole Polytechnique to the CEA, then to Saint Quentin is planned for 2013

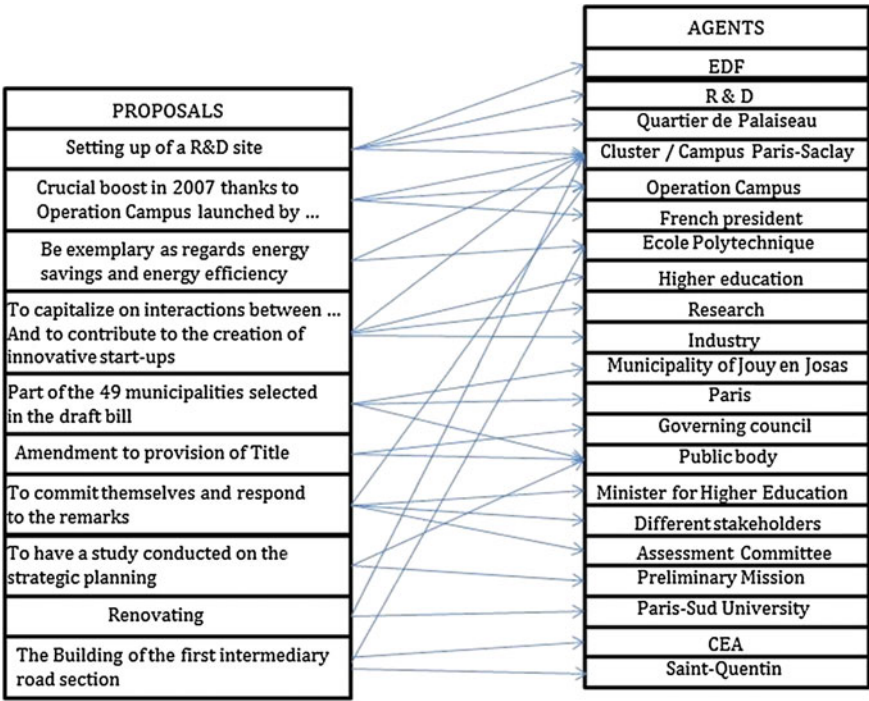
agents, share one common feature, “Paris-Saclay Cluster”, and thus are strongly linked. In mathematical terms, “setting up of a R&D site in the Palaiseau district” and “be exemplary as regards energy savings and energy efficiency” form two simplices with a common apex. All the project proposals, agents and links, together form a simplicial complex (Fig. 5.10).

The territorial arrangements modeled by simplicial complexes allow the emergence of proposals for the analysis of the agents and help assessing their effects. Using these techniques for scanning and visualization, it is possible to identify:

- Their representativeness (number of stakeholders per proposal and effect);
- Their influence (center/periphery radar);
- The minorities (amount of deviation between minority and majority/the chance for the minority to have its way).

All this helps plan the optimization of the network thus composed to reach a common and well-balanced view of the strongest proposals by, among other things, identifying a missing key agent or, on the contrary an agent that have to be discarded, increasing or reducing the strength of some links, and so on. As an example, why would not the “building of the first intermediary road section” (transport) from the Ecole Polytechnique to the CEA, then to Saint-Quentin receive the support from the Ministry of Transport or else transport companies or citizens associations?

Table 5.5 Table of the connections between agents and proposals



- In the case of territorial intelligence, arrangement excluded, we would have:
- The assessment and the prioritization of the services to provide or already existing;
 - The identification and ranking of the needs;
 - The arbitration as regard the spatial localization of the services/the balance between supply and demand.

Thanks to the modeling of territorial arrangements, it is possible to picture the networks of stakeholders, proposals and effects. But the reading and analysis of their mathematic representation seems abstract for most of these projects' stakeholders. The spatial projection of the arrangements and the use of indicators—social, economic, cultural, etc.—makes the results look more concrete and give a careful interpretation of them. In this context, a GIS (Geographical Information System) can turn out to be a key element in territorial intelligence. It allows to geolocalize the data for a given territory (services, needs, etc.) which can be coupled with marketing data or territorial indicators (social, economic, etc., for example average household income data). This, coupled with a territorial intelligence-like approach permits to envision the development of new services or the restructuring of old services within a framework of sustainable development, of partnerships and

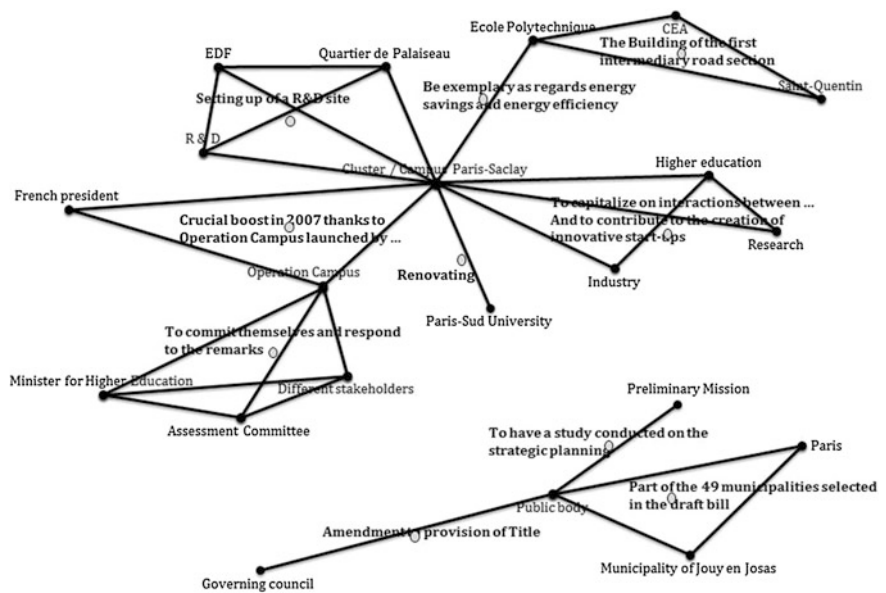


Fig. 5.10 Simplicial complex associated to the query

citizens involvement in the decision making process. By analogy, these maps could make the projects more readable and operational. They could offer a more concrete depiction of the arrangements once both the agents and proposals are “positioned” on the geographic area.

The localization of the stakeholders and proposals can be interpreted differently depending on:

- Origin and date of the web page (URI, meta-data, key words etc. promised by the semantic web whose aim is to upgrade web data);
- Origin and date of the hit itself (i.e.: creation of an apartment block in a given place);
- Absence of time and place for all which is abstract.

The analysis focuses on the hits clearly geo-localized on the digital record (in green in the figure below), or not geo-localized but easy to infer (in blue in the figure below), or else on hits too abstracts or uncertain (in italics in the above figure). The calculation function for territorial arrangement was integrated to the multi-purpose Geographical Information System QuantumTM (<http://www.qgis.org/>) as well as the resources from the OpenStreetMap project whose aim is to create free world maps under free license with the help of the GPS and other free data (<http://www.openstreetmap.org/>).

Figure 5.11 shows the spatial projection of geo-localized elements (in green), and inferred elements (in blue) of the territorial arrangement for Paris-Saclay

showing that there are not one but some territories, we will show that resorting to inadequate territorial approaches may trigger crises. The need to preserve the cohesion of these pluralist territories led up to develop an alternative approach based on dialogue.

a. A particular territorial planning after universalisms

Our investigation starts with a remark by Augustin Berque who writes in “*Ecumene*” [84]:

Our cities stand for what we are us. They pertain to our very being. Their shapes are the face of our medial body. Suffice it to see, throughout the world, the great sensitivity with which these shapes express the social structures and their evolutions.

From this mesological assertion, the author concludes that “ontology lacks in geography and geography lacks in ontology” [84]. It thus seems essential to combine ontology (as the study of the being as such) and geography as a first step. We will manage this merger so as to build a model compatible with both disciplines through the parallel study of Descola’s work on universalism and the key features of the different land-use planning projects.

In his book *« Beyond Nature and Culture »*, Descola explains that Man structures the world around his experience, following a logical two-step process, namely identification and relations/connections. If ontology and geography are co-dependent as Berque implies, then the structure of certain sites bear traces of it.

The study covers the ACTe Memorial and Taonaba, both located in the French department of Guadeloupe in Overseas France, more precisely the towns of Point-à-Pitre and Les Aymes whose common desire to preserve and enhance the cultural—for one—and natural—for the other—heritage led to the establishment of two real territorial projects (Figs. 5.12, 5.13).

Identification, the first step of the process defined by Descola, consists in assigning symbols related to interiority (“mind, soul, consciousness”, [53]) and physicality (“external shape, substance, physiological, perceptual and sensory-motor processes”, [53]), two parameters humans are endowed with and which they project onto all existing beings. A double dichotomy—interiority/physicality, difference/similarity—occurs and allows to determine the relative place of all existing beings whose aggregation form a “collective”. These various positions are thus marked by continuities or discontinuities which are typical of the related ontological pattern.

We can notice, when analyzing Western perception, how a specific set of qualities is assigned to all existing beings, but:

Humans are the only ones to have the privilege of interiority while being connected to the continuum of non-human by their physical characteristics [82].

At the end of this identification process, we get a dual ontological pattern composed of two collectives, Humans and Non-Humans, which reflects the distinction between what is called Nature and Culture. If we stick to our initial reasoning, we should find the characteristics of this particular pattern in the ACTe Memorial and Taonaba projects (Fig. 5.14) (Table 5.6).

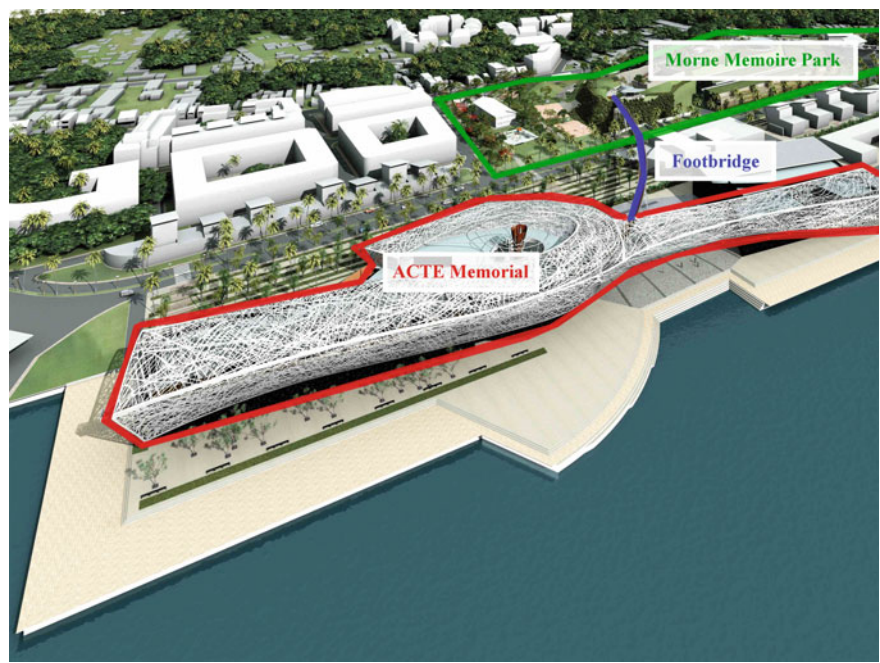


Fig. 5.12 ACTe memorial, future Caribbean slave trade and slave life center. Original image from the brochure available at: <http://www.cr-guadeloupe.fr/upload/documents/Macte12P.pdf>



Fig. 5.13 Taonaba, ecotourism at the natural reserve of Grand Cul-de-Sac Marin. Original picture after a google map satellite view

And indeed it is easy to see that the ACTe Memorial consists of a cultural building (same name) on the one hand and a park (Morne Mémoire) on the other. These two entities are consistent with the Western ontological pattern. A similar duality is to be found in the morphology of the Taonaba project, where a cultural

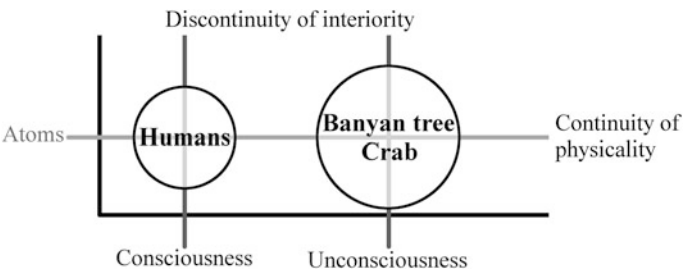


Fig. 5.14 Ontological pattern of the western vision: continuity as regards physicality, and discontinuity as regards interiority between the humans (*H*) and non humans (banyan tree, crab)

Table 5.6 Table identifying the western view on existing beings’ features depending on inte-
riority and physicality

	Humans	Dichotomy	Non-humans (banyan tree, crab...)
Physicality	Atoms	Similarities	Atoms
Interiority	Consciousness	Differences	None

center (the museum center) is built on the outskirts of the nature reserve of Grand Cul-de-Sac Marin.

Scale does not seem to be a limiting factor in the spatial expression of this duality, since Taonaba and the ACTe Memorial resort to structures different in size and express this specificity in themselves, the ACTe Memorial being dedicated to culture, while Taonaba is dedicated to nature.

This nature/culture opposition is for many the only and universal paradigm, while in fact it is a particular paradigm among four possibilities called “natural-ism” (Table 5.7).

The second step in Descola’s method is made of “relations”. Beside the intrinsic properties of the existing beings extrinsic relations are added. They fall into two groups:

- Some potentially reversible between two equivalent terms (gift, exchange and predation) situated at the “same ontological level” [53];
- Some univocal based on connexity (genetic, temporal or spatial) between non-equivalent terms (production, transmission and protection) “linking several ontological levels” [53].

According to Descola, any relation can be broken down into results of these atomic relations. Thus the relations nature enjoys with culture in the ACTe Memorial project reveals a relation of production, that is to say “the imposition of form upon inert matter [by] an individualized intentional agent using a model of the object he originates”.¹¹ Nature is indeed shaped as a park where visitors will have the opportunity to wander and meditate as in “philosophical gardens”.¹² As for Taonaba, it endorses a relation of protection, “the non-reversible domination of the protector over the one who benefits from that protection” [53], because nature

Table 5.7 The four modes of identification based on a double dichotomy interiority/physicality and similarity/difference

	Same physicality	Different physicality
Same interiority	Totemism	Animism
Different interiority	Naturalism	Analognism

gains respect through its exhibition. Both Taonaba and the ACTe Memorial projects organize hierarchical relationships between their constitutive entities with culture ruling over nature.

We have shown that these two sites reflect naturalism, a specific anthropological and mesological paradigm which implies a conception of the world divided between nature and culture, and postulates a man endowed with a consciousness opposed to all the other existing beings devoid of consciousness. Beside this intrinsic division, naturalism has affinities with extrinsic hierarchical relations because they are formed between non-equivalent existing beings. These relations are noticeable on the ground in the communication routes: a footbridge for the ACTe Memorial and the Belle-Plaine canal for Taonaba. We think, although this is impossible to prove with only two entities, that reversible relations—expressing relationships between equivalent structures—will not imply an order in their layout and their connections, and that univocal relations—hierarchizing the entities—will orchestrate their respective roles and relationships. It is possible, if we follow this two-step logical process—identification and relations—to link the development of a territory with a vision of the world on an ontological graph (Fig. 5.15).

b. Critical Review on the Different Land Management Approaches

We highlighted, in the first step of our study, the intrinsic issue of the land management process, namely determine how to convey the communities' world-views in a given area. If the areas are singular, the territories are plural because they embody a geographic, economic, cultural, or social cohesion at different scales. Since there can be no more than a management for a given area, the process leading to implement its organization is of paramount importance for the territories' coherence.

Focusing on our case study, we can distinguish several visions of the world associated to specific territories of Guadeloupe, which we will call "ontological territories":

- A French department in Overseas France, hosting the Western domineering vision;
- A geographic territory claiming an inherent anthropological mix designated as Creole;

¹¹ Descola http://www.college-de-france.fr/media/philippe-descola/UPL35675_descola_cours0304.pdf.

¹² <http://www.cr-guadeloupe.fr/upload/documents/Macte12P.pdf>

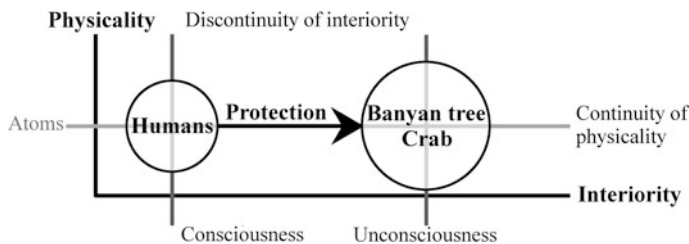


Fig. 5.15 Ontological graph functional for Taonaba's land management, western vision with continuity of physicality and discontinuity of interiority between the human (*H*) and non-human (banyan tree, crab) collectives and relation of protection between humans and non-humans

- More specific areas, such as Belle-Plaine included in the Taonaba project, where people of slave and Maroon descent identify with a cultural territory in its own right.

We will thus analyze the Taonaba and ACTe Memorial projects in depth and assess their success in dealing with these ontological territories.

Considered by its contemporaries “as an “act” likely to instill and produce a new culture”, the ACTe Memorial project echoes the quest of an identity for the Creole territory in Guadeloupe. However, it should be noted that the project complies with the dual nature/culture pattern. This initial dual conception is nevertheless toned down by the use of the banyan tree analogy as it incorporates an analogist vision of the world. This analogist vision is conveyed by the tree, both in the architecture of the Memorial, “literally rooted in the land of Guadeloupe as it represents roots in the proper sense, while being visible by all since these roots are those of the banyan tree enclosing ruins as it thrives, thus protecting them from destruction”¹³ and in the Morne Mémoire Park with the “landscaping of an old preserved banyan tree” (Fig. 5.16).

As such, the ACTe Memorial project, designed by the “Atelier d’architecture (BMC Jean-Michel Mocka-Celestine and Pascal Berthelot) and Atelier Gold/Marton (Marton and Michael Fabien Gold)” agencies, is a pretty conclusive test of hybrid planning. If the result is interesting, the contest that led to select this major territorial project is a risky method to use. Indeed, the development depends on the personal worldview of the architectural teams, and there is no way to know if this result is truly representative of the various national and regional territorial expectations.

Unlike the ACTe Memorial project in which the designers could freely decide on its development, the Taonaba project is directly inspired by the creative process at work in the development of ‘administrative counties’ (LOADDT Pasqua 1995 and Voynet Act n° 99–503 of 25 June 1999).

¹³ The ACTe Memorial, a foundation for the Guadelupian society http://www.lecourrierdelarchitecte.com/article_714, on 2010/10/31.



Fig. 5.16 Memorial act cross, from the website “Le courrier de l’architecte” at http://www.lecourrierdelarchitecte.com/article_715

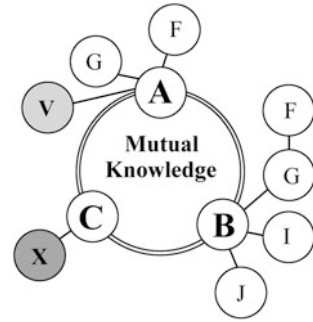
The Voynet Act has had two major consequences as regards territorial approach. First it ensures the coherence of the French territory through sustainable development, which is a variant of the naturalistic concept of the world. It also includes participatory consultation as part of the process.

We expect that all the actors involved should take part in the dialogue. However, we notice that “the project is initially developed without taking into account the population living on the Belle-Plaine area” [91] and that “(1) the city of Les Abymes, (2) the semi-public company in charge of land use planning in Guadeloupe (3) the architect and contractor of the project” [91] alone are included in the process. Similarly, if we analyze the Western approach in planning this project, we realize that the Maroons are located in the natural zone and that the other actors are directly connected to its cultural space. It thus seems logical and coherent with the characteristics of the model of land management not to mobilize the zone of non-humans since only “people” can take part in the process. And yet, once again, if you restrict the definition of a “people” to the collective of Humans alone, it means you disregard all the other cosmologies which ascribe to non-humans interiorities similar to ours. It is thus impossible to reach a real dialogue if it is coupled with a spatial planning approach based on a particular vision of the world, as is the case in some research works in Sustainability Science such as the “participatory processes of co-construction of policy-making,”¹⁴ in which it is wrongly assumed that everyone shares the same worldview.

Using this particular Western approach has another consequence, directly linked to the plurality and coherence of the territories. If the Western vision allows for a continuity in the territory of metropolitan France, it leads to discontinuity for the Maroon and Guadeloupe territories. This ontological incompatibility of the territories, inherent to the particular vision of this approach, leads to a phenomenon of “desynchronization of the territories”, meaning that on ontological level, the territory is no longer synchronous with its population. This is, in our view, the starting point of a crisis for the Taonaba project. “Dwellers feel displaced and

¹⁴ Reims University International Sustainability Science Research Center, <http://www.univ-reims.fr/site/laboratoire-labellise/habiter-ea-2076/les-axes-de-recherche/axe-amenagement-urbanisme,11231,23890.html>.

Fig. 5.17 Graph of mutual recognition: reciprocal knowledge as driver of new relations between the ontological graphs (models) of existing beings



dispossessed of a space they have appropriated for a long time; vandalism (destruction of equipment, recurring thefts) occurs regularly” [91].

As we have seen the development of a country is linked to a specific conception of the world. Yet, this development is expressed in an area that can be shared by several ontological territories. It results from the approaches related to the ACTe Memmorial and Taonaba projects that a risky approach may lead to better results than a particular approach including a consensus-building process. How, therefore, to set the basis of a controlled territorial approach and avoid the pitfall of a particular vision?

c. Using Relative Universalisms for Territorial Management

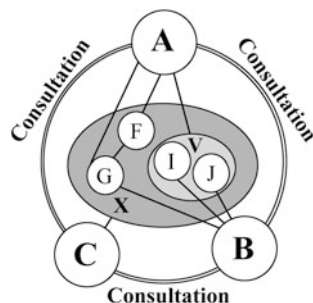
According to us, Descola provides some light on the question in his analysis of relative universalisms “with relative as in “relative pronoun,” that is, making a connection” [82]. Their goals are, in Descola’s words, to respect “the diversity of the states of the world” [82]. By studying the possibility of establishing relations between different universalisms, we hope to create new possibilities for territorial management.

If we consider Alain Le Pichon’s analysis in mutual anthropology, mutual knowledge is “the art of discovering and producing a concise network of ‘relations of relations’” [92]. This, in theory, allows us to create relations between several ontological models because they are in themselves a set of relations. “Mutual knowledge is built step after step and develops through mutual acceptance and recognition of the other’s models” [92]. Le Pichon illustrates this acceptance and recognition with the visual play of anamorphosis, in which, by adjusting the arrangement of “these mirrors of hard, distorting glass, which is the way a given culture looks onto another, [we get] the common field of mutual knowledge” [92] (Fig. 5.17).

In the game of mutual knowledge, players, partners have to gradually adjust their respective positions until they find the right arrangement and harmony that allow for the emergence of mutual recognition [92].

In this example:

Fig. 5.18 Fusion of various ontological graphs, resulting from consultation transposable to a common project of spatial planning



- A, B and C are humans;
- X is a collective including the collectives V, G and F;
- V is a collective including the collectives I and J;
- The blue links are undefined relations.

Consultation, which implies the will of several people to reach agreements (to adjust with each other) for a joint project in which they could mutually identify with, would be nothing but the expression of mutual knowledge in a single object. Consultation could thus lead to ‘harmonia’¹⁵ in a really pluralist Spatial Planning project.

Consultation, by merging all the visions of the world associated to territories rallied around a common spatial management, could theoretically generate a place where all these visions would merge (Fig. 5.18).

Is it possible then, using this method, that all the different territories acknowledge one another? Because, at the end of the day, if planning is the result of all stakeholders, it does not match up any, as Michel Foucault’s reasoning makes us understand.

[Land Planning] functions as a heterotopy in this respect: it makes this place that I occupy at the moment when I look at myself [through its organization], at once absolutely real, connected with all the space that surrounds it, and absolutely unreal, since in order to be perceived it has to pass through this virtual point which is [my vision of the world] [79].

Thus including in a single project all the different visions of the territories at stake is not a problem in itself, since each stakeholder will see a coherent planning that matches their vision of the world. Consultation in territorial planning allows the creation of heterotopic places that ensures the coherence of the territories thanks to a pluralist territorial planning.

Our research on Territorial Intelligence was built around an ontological approach of the territory. It is possible, as we have seen, to link a territory’s spatial management to a way of perceiving the world but the basis for an alternative approached both controlled and neutral have to be set. Dialogue has turned out to be the driver of this new open-minded territorial approach as it allows the

¹⁵ From the Greek, meaning “arrangement”.

expression of the territories' ontological plurality thanks to the development of heterotopic places.

5.3.2 Social Construction of Human Territories

According to Di Meo [93], the territory reflects—beyond its strictest definition of an administrative and political entity—an “appropriation of space simultaneously economic, ideological and political (hence social) by groups who present a particular image of themselves, their history and their singularity”. In this highly subjective context, the characterization and understanding of the perception of a same territory by the stakeholders are difficult indeed, but nevertheless particularly interesting from the standpoint of spatial planning and public territorial policy process. The search for related information including groups of stakeholders resorting to the same territorial rhetoric represents a multidisciplinary scientific problem.

It is high time we came back to the central political philosophy which enables us to think through the question of the territory without oversimplifying it.

5.3.2.1 Ecumenes, Traces, Repetitions, Reminiscences, the Distance Problem

The spatial and temporal scales, discretized by the former territorial managers now look artificial and arbitrary. They give way to original choreographies which are baffling for the political authorities: Chronos and Topos surrender to Khôra -the existential place in so far as it is not a mappable place -, Ecumene (see below) and Kairos—the opportune and decisive moment, which cannot be reduced to a chronological moment—the physical ways of being into the world in one's singularity. The traces, reminiscences, repetitions, problems of distance are once again the basic features of a territory which condition remembrances, the combining of traces and living together. In short, the territory is the condition of possibility of culture. Indeed, culture is the memory of culture, the revival of culture. Culture is what makes the world work: the steps of the donkey charting the Greek Khôra driven by the interplay of light and shade, slopes, grass, a spring, prevailing winds, sea swell. It is all of this, the earth and the sun. The path is repeated, sameness is charted, engraving the route. Traces become collective, collectable, coupled with signages, signposts, landmarks, tags, directions, junctions. Then, spaces are enclosed (heterotopy of the museum, the garden, the cemetery) which form special and separate places, whether specialized or not (territorial facilities such as hospitals and cultural centers), themselves symbolized as cultural attractors (cultural venues).

The geographicity of the being is indeed nothing but the relation by which the stretch of land is so little alien to the thinking thing that it pertains to its very being. This relation is

inextricably geographical and ontological. I call this *Ecumene*, returning the old Greek word *oikoumenê* its feminine form, making it both the earth and mankind; that by which the earth is human and mankind is terrestrial. The *ecumene* is the whole set and the condition of human environments, in their very humaneness, but no less in their physicality and ecology. This is what the *Ecumene* is, the human being's dwelling place (*oikos*). The *ecumene* is the bond of mankind with the earth, bond which is simultaneously ecological, technical, and symbolic [84].

Perec [83] perhaps best knew how to make us feel the intimacy between the question of territory and that of the mnemonic trace, through rituals:

I would like there to exist places stable, motionless, intangible, untouched and almost untouchable, immutable, rooted; places that would be references, points of departure, sources. My native country, the cradle of my family, the house where I was born, the tree I would have seen grow (which my father would have planted on the day I was born), the attic of my youth filled with intact memories... Such places do not exist and it's because they do not exist that space becomes a question, ceases to be an evidence, ceases to be incorporated, ceases to be appropriated. Space is a doubt. I must continually mark it, designate it, it never belongs to me, it's never given to me, I must conquer it. My spaces are fragile: time is going to wear them away, to destroy them. Nothing will resemble what was any longer, my memories will betray me, oblivion will infiltrate my memory, I shall look at a few old yellowing photographs with broken edges without recognizing them. Space melts like sand running through one's fingers. Time bears it away and leaves me only shapeless shreds. To write: to try meticulously to retain something, to cause something to survive, to wrest a few precise scraps from the void as it grows, to leave somewhere a furrow, a trace, a mark or a few signs.¹⁶

5.3.2.2 Violence Versus Mediation

American anthropologist Keeley [94] is specialized in the study of prehistoric wars. He has shown that if violence contrasts with mediation—immediateness making it impossible to deter confrontation—this state of affairs is as old as the hills:

After exploring war before civilization in search of something less terrible than the wars we know, we merely arrive where we started with an all-too-familiar catalog of deaths, rapes, pillage, destruction, and terror. This is a brutal reality that modern Westerners seem very loathe to accept. They seem always tempted to flee it by imagining that our world is the best of all possible ones or that life was better when the human world was far simpler. During this century, anthropologists have struggled with such complacent and nostalgic impulses, even in themselves. Their ambition was and is to explore the human condition at all times and in all places, to enlarge the narrow view of it that the written records of civilized life provide and to, in every sense, “arrive where we started and know the place for the first time”. But these goals and the raw subject matter of anthropology—the origins of humans and their various cultures, social life before cities, states, and historical records—are in every culture but our own the province of mythology. Myths are a consequence of many impulses and serve many purposes, but chief among these are didactic and moralizing ones [...]. “The facts recovered by ethnographers and archaeologists indicate unequivocally that primitive and prehistoric warfare was just as terrible and effective as the historic and civilized version.” *Ibid.*

¹⁶ Translated by John Sturrock.

According to him, this scientific reality is difficult to admit because it is at odds with the great Western myths:

Even today, most views concerning prehistoric (and tribal) war and peace reflect two ancient and enduring myths: progress and the golden age. The myth of progress depicts the original state of mankind as ignorant, miserable, brutal, and violent. Any artificial complexities introduced by human invention or helpful gods have only served to increase human bliss, comfort, and peace, lifting humans out of their ugly and hurtful state of nature. The contradictory myth avers that civilized humans have fallen from grace—from a simple and primeval happiness, a peaceful golden age. All the accretions of progress merely multiply violence and suffering; civilization is the sorry condition that our sinfulness, greed, and technological hubris have earned us. In the modern period, these ancient mythic themes were elaborated by Hobbes and Rousseau into enduring philosophical attitudes towards primitive and prehistoric peoples. Ibid.

This issue relates directly to the question of living space and to Deleuze's concept of becoming-animal, spreading in a deterritorializing territory and whose keys are to be found in the *Lebenswelt*, as specified by Von Uexküll [95] among others.

5.3.3 *Animal Territory, Borders: Khôra and Kairos*

The nomad has a territory; he follows customary paths; he goes from one point to another; he is not ignorant of points (water points, dwelling points, assembly points, etc.). But the question is what in nomad life is a principle and what is only a consequence. To begin with, although the points determine paths, they are strictly subordinated to the paths they determine, the reverse of what happens with the sedentary. The water point is reached only in order to be left behind; every point is a relay and exists only as a relay. A path is always between two points, but the in-between has taken on all the consistency and enjoys both an autonomy and a direction of its own. The life of the nomad is the *intermezzo*. Even the elements of his dwelling are conceived in terms of the trajectory that is forever mobilizing them. The nomad is not at all the same as the migrant; for the migrant goes principally from one point to another, even if the second point is uncertain, unforeseen, or not well localized. But the nomad goes from point to point only as a consequence and as a factual necessity; in principle, points for him are relays along a trajectory. Nomads and migrants can mix in many ways, or form a common aggregate; their causes and conditions are no less distinct for that (for example, those who joined Mohammed at Medina had a choice between a nomadic or Bedouin pledge, and a pledge of *hegira* or emigration). Second, even though the nomadic trajectory may follow trails or customary routes, it does not fulfill the function of the sedentary road, which is to parcel out a closed space to people, assigning each person a share and regulating the communication between shares. The nomadic trajectory does the opposite: it distributes people (or animals) in an open space, one that is indefinite and non-communicating. The *nomos* came to designate the law, but that was originally because it was distribution, a mode of distribution. It is a very special kind of distribution, one without division into shares, in a space without borders or enclosure. The *nomos* is the consistency of a fuzzy aggregate: it is in this sense that it stands in opposition to the law or the polls, as the backcountry, a mountainside, or the vague expanse around a city ("either *nomos* or *polis*"). Therefore, and this is the third point, there is a significant difference between the spaces: sedentary space is striated, by walls, enclosures, and roads between enclosures, while nomad space is smooth, marked only by "traits" that are effaced and displaced with the trajectory. [...] With the nomad, on

the contrary, it is deterritorialization that constitutes the relation to the earth, to such a degree that the nomad reterritorializes on deterritorialization itself. It is the earth that deterritorializes itself, in a way that provides the nomad with a territory.[...] The variability, the polyvocality of directions, is an essential feature of smooth spaces of the rhizome type, and it alters their cartography” (Treatise on Nomadology, A Thousand plateaus, [85]¹⁷).

The territory concretizes, in the words of Simondon [96]: first overloaded with many contingencies—spatial and temporal like the notions of border and enclosure, but also cognitive like memory which, we assume, is inscribed in places and turns out to be inscribed in human and non-human relationships as well—these contingencies slowly fade away partly under the influence of digital technology, and the territory gradually radicalizes its essence, by deterritorializing all which is not consubstantial with it. The territory soon emerges as the condition of possibility of remembrance, of reminiscence, of traces, of living together and collective resilience, and goes well beyond mere spatial and temporal contingencies.

5.4 Conclusions: A Well Thought out Knowledge Engineering for Digital Humanities Integrating Differentiated Cosmologies

The territorial intelligence we outline resort to complex systems.

Complex systems are systems with a large number of differentiated entities which interact in complex ways: nonlinear interactions, feedback loops, memory of past interactions. They are characterized by the emergence, at a global level, of new properties unobservable at the level of constituent entities. The local level generates organized forms emerging at the global level, which in turn influences the local level (this is the notion of *immersion*). Local and global interactions can be combined in the description of their dynamics. In human societies, entities can be agents highly sophisticated themselves, endowed with cognitive, representation and intention faculties, able to develop strategic behavior taking into account the strategies of others crossways.

Complex systems are structured on several levels of organization, composed of heterogeneous entities that may themselves be complex. They cover both physical and natural systems, from the cell to the ecosphere, as well as sophisticated artificial systems—more and more inspired by natural systems men surround themselves with. The foundations for the science of complex systems (Institut des systèmes complexes de Paris Ile-de-France (<http://www.iscpif.fr/AAP2013>)) are both ambitious (reconstruction, modeling and simulation of the systems’ dynamics at different scales of observation) and rigorous (confrontation to measures at these different scales).

¹⁷ Translated by Brian Massumi.

Understanding complex systems requires their modeling. The models thus constructed are doubly restrained by the usual science rules: they must provide a reconstruction of observable inputs and must be as uncluttered as possible. The reconstruction in itself raises difficult problems—known as inverse problems—: given a phenomenological corpus, which modeling of the entities and interactions are compatible with the corpus. Which are, among the compatible modeling, the simplest? These inverse problems are further complicated when the reconstructions and their associated modeling generate more than one level of emergence. This complication culminates in social sciences and humanities models, in which agents both model and picture the system in which they are themselves included. With the rapid growing mass of more and more sophisticated data, the reconstruction processes tend to form a large class of inverse problems common to all disciplines.

5.4.1 Scientific Challenges of Knowledge Engineering for an Enactive Intelligence of Territorial Dynamics

Human interventions in complex systems often produce counter-productive effects, at odds the intentions they stem from. They are highly dependent on how the stakeholders model these complex systems. Complex-system engineering thus comes down to the first class of inverse problems which is their modeling and reconstruction. But it also refers to a new class of difficult problems: finding among the possible actions, those whose consequences are most desirable, or most qualitatively viable over a certain period of time. Once again, this is a large class of inverse problems which raises conventional questions of global control (acting on global interactions), but also new questions and paradoxes on distributed control (acting on local interactions). Is it possible to organize self-organization, to plan emergence? These issues are even more intricate when engineering covers several levels of organization that is the control of systems of systems.

5.4.1.1 Tools for a Collective Intelligence

In a recent e-book, Noubel [97] writes that Collective Intelligence is the study and optimization of emergent properties—be there internal-subjective or external-objective—of the groups, so as to increase their ability to live and evolve fully. It would thus invent tools for a universal governance (global, local, interdisciplinary, cross-cultural...) while also developing skills useful and immediate for today's organizations through an ethic of collaboration. Collective intelligence is the ability of a group of people to work together to express their own future and achieve it in a complex background.

He advocates collective intelligence -which he distinguishes from its archetypes he refers to as original collective intelligence, pyramidal collective intelligence

and collective intelligence swarm- so as to better assert that in the present situation when an economy of abundance (vs. scarcity), of contribution (vs. production) and functionalities (vs. equipment) is possible, it is time to create the holoptic systems needed to operationalize this collective intelligence.

According to him, a holoptic apparatus is a physical or virtual space whose architecture is intentionally conceived to give its stakeholders the faculty to see and perceive the whole of what unfolds in it. “Holopticism is the means by which any participant perceives, in real time, the manifestation of other members of the group (horizontal axis) as well as the superior emerging organization (vertical axis). Thus a sports team works in a holoptical situation because each player perceives what the other players are doing, and each player perceives the emerging figure of the team. Each player then reacts accordingly, which in itself modifies the global pattern, and so on. In this case, the holoptical architecture is organically defined by the 3D space in which our basic organic senses communicate. The opposite of holopticism is panopticism. It consists of a spatial architecture organized so that all information converges toward a central point, while it is partially—and even totally—inaccessible to the others. Video surveillance systems, banks, intelligence services, and jails are examples of panoptical-based environments. This type of organization occurs sometimes in physical space, and sometimes as a result of the way information is distributed. In most companies information systems are a hybrid mix of panoptical and holoptical. While these may offer a certain level of transparency, it is still true that access rights diminish at lower levels in the hierarchy. Information systems in most companies still very much reflect such hierarchies. Absolute holopticism is a necessary but not sufficient condition for the emergence of original collective intelligence. This is also the case for global Collective Intelligence environments. From a technical perspective such artificial spaces can be built for communities having many participants by inventing knowledge and exchange spaces that are accessible and available to everyone in real time, do not overwhelm people with too much information, but provide each one with ‘angled’ artificially synthesized information (offering an angle, a pertinent point of view that fits with the individual user’s situation, and not generalist views), allow materialization (as a perceptible object for our senses, even if virtual), namely the visualization and circulation of objects-link destined to organize the convergence and the synchronization of the community¹⁸” [97].

Still according to Noubel, once the holoptic visualization tools are more accomplished, it will be easier for an individual to know how to make his individual interests and those of the community converge. This evolution will have a strong impact on the economy as it evolves from a context of swarm intelligence (everyone does the same thing without knowing where it leads) to one of a collective intelligence (everyone builds their benefits depending on the information the community returns).

¹⁸ Translated by Franck Baylin.

A question remains: what allows us to know whether an action is beneficial or not for oneself as well as for the community? Apart from extreme and evident cases, and despite our best intentions, forecasting the outcome remains an act of faith to say the least, a form of research into equilibriums. But one thing seems certain. We make better predictions when collective experience is solicited, precise holistic evaluation methodologies are implemented (including qualitative and quantitative metrics), and actions are clearly accepted and supported by the community. Today, actions undertaken in public life that go through a preliminary evaluation based on these three steps are rare. Products are launched on the market, companies are created, policies are conducted, and social actions are initiated without the moral and ethical consent of the public and the citizens and without applying any methodologies that evaluate the advantages for and threats to the community. Let's anticipate that collective information and evaluation systems will one day be at the disposal of all who wish to weigh, support and invest in projects that are estimated to be beneficial for the community. From an entrepreneurial point of view, this will not only be a guarantee of sustainability but also a source of enhanced upstream support from the marketplace. For the public, this is a guarantee of more safety. For investors, it is a way to bet in an ethical and social dimension on sustainable development, the very foundation of the economy. These financial bets on the future can be rewarded in proportion to the precision of the estimates and the risk over time. Ibid.

Noubel's vision is in perfect synergy with the theory of complex systems mentioned above.

5.4.1.2 Modeling an Economy of Functionalities and Public Web Services

Web-Content Retrieval and Extraction is a key issue for territorial intelligence so as to provide efficient and convenient Web services. How to and why use Web content mining?

All the discovered traces could allow, beyond the use of official documents as participatory systems, to reconstruct the list of stakeholders involved in a process. According to Soulier [75], Web content mining is used to collect traces of the action and provides the data for its analysis. Simplicial complexes can be the archetypal mathematical support for this analysis, which must not be taken as a form of data analysis in the usual sense. It is a complementary and enriching form of visualization, which is not subjected to the same constraints as regard data-gathering nor to the same axioms.

It should be noted that the representation by simplicial complexes provides multidimensional networks. They are no longer graphs, or even hypergraphs. A geometric perspective presents the arrangements obtained as a "collage" of polyhedra of all sizes, like Robert Rauschenberg's Combines.¹⁹ Their contacts (the 13 possible connections between attributes) can form chains of adjacencies. Not only is the notion of path used in graphs generalized, but a whole set of quantitative and qualitative data on the structure becomes available [88]. Thus, the separate parts, more or less closely connected, and the length the paths ahead, even the closures or "missing" parts are indicators of participation.

Thus the experimentation of web content mining for La Vallée Scientifique de la Bièvre or the Taonaba site in Guadeloupe aims to prepare a full-scale capture. Illustrative examples would give way to demonstrative examples meant to assess the performativity of these multidimensional networks. The term full-scale should not be understood as an underlying desire for the absolute or exhaustiveness.

In short, the experimentation of Web content mining is used to initiate a specification for a possible resort to automation, and to clarify how the semantic interpretation of the mathematical model can impact the search and vice versa. The most difficult problem during a search is to discriminate between substances and attributes. In the absence of a predefined nomenclature, the hits surface from targets that range from a blog entry to a thematic collection of documents, the entire archives of an institutional website or even a dedicated journal.

Thus the experimentation raises the following typical questions:

- What benefits can be drawn from a quantified assessment of a full-scale search?
- What are the advantages in using multiple search engines and/or several types of search engines?
- What are the effects of searches extended over long periods of time, in terms of updates, archiving, evolution, and stability?

5.4.2 Digital Humanities Integrating Differentiated Cosmologies: A New Eldorado for Knowledge Engineering?

If computer science and digital technologies started their meteoric career in the industry, even before seducing the public, the explanation probably lies in the combination of two distinct reasons. First, engineering, much more than the humanities, is based on formal and computable models which are particularly well adapted to be operationalized on Turing machines. Secondly, the very culture of engineers is, even before being a scientific culture, the quest for empirical result, open to experimentation, provided it leads to economies of scale.

Yet, the possibility for digital humanities was there from the start of computer science as Turing's work on artificial intelligence and his imitation game [98] shows. The digital has not only conquered engineering, but also people's everyday lives. Digital humanities still has to take off. This will, no doubt, be the revolution of the twenty-first century.

Digital humanities are in need for knowledge engineering to become scientific disciplines, but the reverse is perhaps even more blatant. The epistemologies

¹⁹ "The objects I use are most of the time trapped in their ordinary banality. No quest for rareness. In New York, it is impossible to walk the streets without seeing a tire, a can, a cardboard. I only take them and make them their own world..."

underlying today's knowledge engineering are often sketchy and therefore without nuance, and even at times radically hegemonic—as field researchers did not get a chance to ponder over ontological differentiation, engrossed as they were by the technical challenges their new discipline posed them. Thus, digital humanities integrating differentiated cosmologies, capable of structuring a cultural dialogue within a globalized humanity, will most likely be a real Eldorado for second-generation knowledge engineering.

Territorial intelligence is a prototype of this new knowledge engineering. One of the main obstacles it has to deal with is the confrontation of the different possible representations of the territory involved in this territorial intelligence: representation through places and structures, representation stemming from the structuring body, the ruling body, and the decision makers and eventually representation by the actors and agents impacted by the decision.

It is only after a comprehensive confrontation of these different representations has taken place that structuring will be effective and the information system fully operating.

A representation that would be but a digitization of the territories falls prey to the expectations of the information systems it faces. Interactions between these systems are real and effective. A preliminary conception of this confrontation and of the dynamics that bear it is necessary to ensure a representation that would be not immediately or too quickly challenged. This condition is essential to make it acceptable.

Providing tools to make the confrontations between the three main forms of identified representations operating would, on the contrary, ensure their projections onto each plane, and particularly onto the plane of the territory, and complement the traditional information systems based only on the plane of the territory.

Acknowledgments Thanks to Eddie Soulier, Jacky Legrand, Florie Bugeaud, Houda Neffati and Philippe Calvez for their scientific collaboration and support during that research. Thanks to Catherine Gerber for her support during the English translation process. Thanks to the CPER AidCrisis Project and the French Ministry of Research that supported most of related research. Thanks to the mayor of Les Abymes for helping us collecting the local data.

References

1. Kuhn, T.S.: *La Structure des révolutions scientifiques*. Flammarion (Champs), Paris (1983)
2. Helmer, O., Rescher, N.: On the epistemology of the inexact sciences. *Manage. Sci.* (October), 25–52 (1959)
3. Bailey, A.D. Jr., Whinston, A.B., Zacarias, P.T.: Knowledge representation theory and the design of auditable office information systems. *J. Inf. Syst.* 1–28 (1989) (Spring)
4. Bhimani, A., Roberts, H.: Management accounting and knowledge management: in search of intelligibility. *Manage. Account. Res.* 1–4 (2004) (March)
5. Birkinshaw, J., Sheehan, T.: Managing the knowledge life cycle. *MIT Sloan Manage. Rev.* (Fall), 75–83 (2002)

6. Boland Jr, R.J., Singh, J., Salipante, P., Aram, J.D., Fay, S.Y., Kanawattanachai, P.: Knowledge representations and knowledge transfer. *Acad. Manage. J* **44**(2), 393–417 (2001)
7. Bonner, S.: Experience effects in auditing: the role of task-specific knowledge. *Account. Rev.* (January), 72–92 (1990)
8. Brown, J.S., Duguid, P.: Creativity versus structure: a useful tension. *MIT Sloan Manage. Rev.* (Summer), 93–94 (2001)
9. Chen, A.N.K., Hwang, Y., Raghu, T.S.: Knowledge life cycle, knowledge inventory, and knowledge acquisition strategies. *Decis. Sci.* **41**(1), 21–47 (2010)
10. Argyris, C.: Organizational learning and management information systems. *Acc. Organ. Soc.* **2**(2), 113–123 (1977)
11. Meunier, J.G.: Humanités numériques, enjeux et méthodes, *Textol*, Volume XVII n°1&2, Coordonné par Jean-Louis Vaxelaire (2012)
12. Wang, F.-Y.: Is culture computable? *IEEE Intell. Syst.* **24**(2), 2–3 (2009)
13. Ahrens, T.: Talking accounting: an ethnography of management knowledge in British and German brewers. *Acc. Organ. Soc.* **22**(7), 617–637 (1997)
14. Ericsson, K.A., Prietula, M.J., Cokely, E.T.: The Making of an Expert. *Harvard Business Review*, Hoboken (July–August), pp. 114–121 (2007)
15. Gibbins, M., Qu, S.Q.: Eliciting experts' context knowledge with theory-based experiential questionnaires. *Behav. Res. Account.* **17**, 71–88 (2005)
16. Hansen, M.T.: The search-transfer problem: the role of weak ties in sharing knowledge across organization subunits. *Adm. Sci. Q.* **44**(1), 82–111 (1999)
17. Hislop, D.: *Knowledge Management in Organizations*. Oxford University Press, USA (2009)
18. Dixon, N.M.: *Common Knowledge: How Companies Thrive by Sharing What They Know*. Harvard Business School Press, Boston (2000)
19. Easterby-Smith, M., Lyles, M.A., (eds.): *The Blackwell Handbook of Organizational Learning and Knowledge Management* (Blackwell Handbooks in Management). Blackwell Publishers, Hoboken (2003)
20. Majchrzak, A., Logan, D., McCurdy, R., Kirchner, M.: Four keys to managing emergence. *MIT Sloan Manage. Rev.* (Winter), 14–18. (Continuous discourse with potential participants, continuous updating of knowledge maps, blurring the boundaries between participants inside and outside the organization, and governing through reputation networks), (2006)
21. Bukowitz, W., Petrash, G.: Visualizing, measuring and managing knowledge. *Res. Technol. Manage.* (July/August), 24–31 (1997)
22. Coyne, K.P., Clifford, P.G., Dye, R.: Breakthrough thinking from inside the box. *Harvard Bus. Rev.* (December), 70–78 (2007)
23. Dalkir, K., Liebowitz, J.: *Knowledge Management in Theory and Practice*. The MIT Press, Cambridge (2011)
24. Amabile, T.M., Barsade, S.G., Mueller, J.S., Staw, B.M.: Affect and creativity at work. *Adm. Sci. Q.* **50**(3), 367–403 (2005)
25. Govindarajan, V., Trimble, C.: Strategic innovation and the science of learning. *MIT Sloan Manage. Rev.* (Winter), 67–75 (2004)
26. Hammer, M., Leonard, D., Davenport, T.: Why don't we know more about knowledge. *MIT Sloan Manage. Rev.* (Summer), 14–18 (2004)
27. Schulz, M.: The uncertain relevance of newness: organizational learning and knowledge flows. *Acad. Manage. J.* **44**(4), 661–681 (2001)
28. Alvesson, M.: Review: the politics of management knowledge by Stewart Clegg and Gill Palmer. *Adm. Sci. Q.* **43**(4), 938–942 (1998)
29. Dilnutt, R.: Knowledge management in practice: three contemporary case studies. *Int. J. Account. Inf. Syst.* **3**(2), 75–81 (2002)
30. Corboz, A., Tironu, G.: *L'espace et le détour, Entretiens et essais sur le territoire, la ville, la complexité et les doutes*, Editions hepia, l'Age d'Homme, Lausanne, (2009)
31. Malone, J.D.: Shooting the past: an instructional case for knowledge management. *J. Inf. Syst.* (Fall), 41–49 (2003)

32. Mizuchi, M.S., Fein, L.C.: The social construction of organizational knowledge: a study of the uses of coercive, mimetic, and normative isomorphism. *Adm. Sci. Q.* **44**(4), 653–683 (1999)
33. Nag, R., Corley, K.G., Gioia, D.A.: The intersection of organizational identity, knowledge, and practice: attempting strategic change via knowledge grafting. *Acad. Manage. J.* **50**(4), 821–847 (2007)
34. Mullin, R.: Knowledge management: a cultural evolution. *J. Bus. Strategy* (September/October), 56–61 (1996)
35. O'Dell, C., Grayson, C.J.: If only we knew what we know: Identification and transfer of internal best practices. *Calif. Manage. Rev.* (Spring), 154–174 (1998)
36. O'Leary, D.E., Selfridge, P.: Knowledge management for best practices. *Commun. ACM* (November) (2000)
37. Simonin, B.L.: The importance of collaborative know-how: an empirical test of the learning organization. *Acad. Manage. J.* **40**(5), 1150–1174 (1997)
38. Singh, J.: Collaborative networks as determinants of knowledge diffusion patterns. *Manage. Sci.* (May), 756–770 (2005)
39. Dyer, J.H., Nobeoka, K.: Creating and managing a high-performance knowledge-sharing network: the Toyota case. *Strateg. Manag. J.* **21**, 345–367 (2000)
40. Bunderson, J.S.: Recognizing and utilizing expertise in work groups: a status characteristics perspective. *Adm. Sci. Q.* **48**(4), 557–591 (2003)
41. George, J., George, A.: An integrative approach to planning and control using a stakeholder-based knowledge management system. *J. Appl. Manage. Account. Res.* (Winter), 1–20 (2011)
42. Kogut, B.: The network as knowledge: generative rules and the emergence of structure. *Strateg. Manag. J.* **21**, 405–425 (2000)
43. Wenger, E., McDermott, R., Snyder, W.M.: *Cultivating Communities of Practice: A Guide to Managing Knowledge*. Harvard Business School Publishing, Cambridge (2002)
44. Becerra-Fernandez, I., Sabherwa, R.: *Knowledge Management: Systems and Processes*. M. E. Sharpe, Armonk (2010)
45. Geisler, E., Wickramasinghe, N.: *Principles of Knowledge Management: Theory, Practice and Cases*. M. E. Sharp, Canada (2009)
46. Atwood, C.G.: *Knowledge Management Basics*. (ASTD Training Basics Series). ASTD Press, Alexandria (2009)
47. Awad, E.M., Ghaziri, H.: *Knowledge Management: Updated 2nd Edition*. International Technology Group, LTD (2010)
48. Elias, N., Wrigh, A.: Using knowledge management systems to manage knowledge resource risks. *Adv. Manage. Account.* **15**, 195–227 (2006)
49. Leitner, K., Warden, C.: Managing and reporting knowledge-based resources and processes in research organisations: specifics, lessons learned and perspectives. *Manage. Account. Res.* (March), 33–51 (2004)
50. Sauvé, L.: Being Here Together. In McKenzie, M., Hart, P., Heesoon, B., Jickling, B. *Fields of green: restorying culture, environment, and education* pp. 325–335. Hampton Press, New Jersey (2009)
51. Bouleau, N.: *Risk and Meaning: Adversaries in Art, Science and Philosophy*. Springer, Berlin (2011)
52. Ostrom, E., Hess, C.: *Understanding Knowledge as a Commons: From Theory to Practice*. The MIT Press, Cambridge (2006)
53. Descola, P.: *Par-delà nature et culture*. Gallimard, Paris (2005)
54. Latour, B.: *Cogitamus: Six lettres sur les humanités scientifiques*. La Découverte, Paris (2010)
55. Latour, B.: Avoir ou ne pas avoir de réseau: That's the question, in Madeleine Akrich et al. (sous la direction de) *Débordements. Mélanges offerts à Michel Callon*, Presses de l'Ecole des Mines, pp. 257–268 (2010b)
56. Arnstein, S.: A ladder of citizen participation. *J. Am. Inst. Plann.* **35**(4), 216–224 (1969)

57. De Jouvenel, B.: *Arcadie, Essais sur le mieux-vivre*, Tel gallimard (2002)
58. Renard, J.: Territoires, territorialité, territorialisation, Controverses et perspectives. *Norois*, n°210/2009, Dir. M. Vanier, pp. 109–110 (2009)
59. Blondiaux, L., Fourniau, JM.: Un bilan des recherches sur la participation du public en démocratie : beaucoup de bruit pour rien ? *Revue de sciences sociales sur la démocratie et la citoyenneté Participations*, n°1/2011, Edts de Boeck, (2011)
60. Deleuze, G.: Qu'est-ce qu'un dispositif ?, *Rencontre internationale « Michel Foucault philosophe »*, Paris, 9/11 Janvier 1988, Seuil (1989)
61. Callon, M., Lascoumes, P., Barthes, Y.: *Agir dans un mode incertain. Essai sur la démocratie technique*, La couleur des idées, Seuil (2001)
62. Sgard, A.: Marie-José Fortin et Véronique Peyrache-Gadeau, *Le paysage en politique*, Dossier « Paysage et développement durable » . *Revue électronique Développement durable & territoires*, 1(2), Septembre (2010)
63. Lévy, J., Lussault, M.: *Dictionnaire de la géographie et de l'espace des sociétés*, Belin, Paris (2009)
64. Monnoyer-Smith, L.: La participation en ligne, révélateur d'une évolution des pratiques politiques?, *Revue de sciences sociales sur la démocratie et la citoyenneté Participations*, n°1/2011, Edts de Boeck (2011)
65. O'Leary, D.E.: Using AI in knowledge management: knowledge bases and ontologies. *IEEE Int. Syst.* (May–June), 34–39 (1998)
66. Wright, W.F., Jindanuwat, N., Todd, J.: Computational models as a knowledge management tool: a process model of the critical judgments made during audit planning. *J. Inf. Syst.* (Spring), 67–94 (2004)
67. Yayavaram, S., Ahuja, G.: Decomposability in knowledge structures and its impact on the usefulness of inventions and knowledge-base malleability. *Adm. Sci. Q.* 53(2), 333–362 (2008)
68. Rousseaux, F.: *Contribution à une méthodologie d'acquisition des connaissances pour l'ingénierie des Systèmes d'Information et de Communication: l'exemple de CHEOPS pour l'aide à la gestion de crises collectives à caractère géopolitique*, Habilitation à Diriger des Recherches, Université Paris 6, 22 février (1995)
69. Daniell, K.A., White, I., Ferrand, N., Coad, P., Ribarova, IS., Rougier, J-E., Hare, M., Popova, A., Jones, NA., Burn, S., Perez, P.: Co-engineering participatory water management processes: theory and insights from australian and bulgarian interventions. *Ecol. Soc.* 15(4), art. 11, IF 3:3 (2010)
70. Girardot, JJ.: *Principes, Méthodes et Outils d'Intelligence Territoriale—Évaluation participative et Observation coopérative*, Séminaire européen de la Direction Générale de l'Action Sociale du Portugal « Conhecer melhor para agir melhor » , EVORA (Portugal), DGAS 7–17, 3–5 mai (2000)
71. Girardot, J.J.: Intelligence territoriale et participation, *Actes des 3ème rencontres « TIC & Territoire : quels développements ? »* , Enic et Cies, ISDM, n° 16, 13 p., Lille, 14 mai (2004)
72. Hennion, A.: Vous avez dit attachements ?, in Akrich M., Barthe Y., Muniesa F., Mustar P. (eds.), *Débordements Mélanges offerts à Michel Callon*, Paris, Presses des Mines, pp. 179–190 (2010)
73. Soulier, E., Legrand, J., Bugeaud, F., Rousseaux, F., Neffati, H., Saurel, P.: Territorial Participative Agencement: a Case Study of Vallée Scientifique de la Bièvre as Multidimensional Network. In: *Proceedings of Workshop “Les effets de la participation”*, Congrès Démocratie & Participation, 18–21 octobre, Paris (2011)
74. Rousseaux, F., Soulier, E., Saurel, P., Neffati, H.: Agencement multi-échelle de territoires à valeur ajoutée numérique, *Politiques publiques, Systèmes complexes*, Bourcier, D., Boulet, R., Mazzega, P. (eds.), Hermann, pp. 169–193 (2012)
75. Soulier, E., Rousseaux, F., Neffati, H., Legrand, J., Bugeaud, F., Saurel, P., Calvez, P.: *Performativité organisationnelle des outils d'agencements territoriaux: vers une intelligence*

- territoriale à base d'engagements ? In: Proceedings of Conférence internationale ACFAS, Organisations, performativité et engagement, Montréal, pp. 150/173, 7–11 mai 2012
76. Muller, P.: Les politiques publiques. Presses universitaires de France, France (2009)
77. Ostrom, E.: Understanding Institutional Diversity. Princeton University Press, Princeton (2005)
78. Mintzberg, H.: Grandeur et décadence de la planification stratégique. Dunod, Paris (1994)
79. Foucault, M.: Dits et écrits 1984, Des espaces autres (conférence au Cercle d'études architecturales, 14 mars 1967), in *Architecture, Mouvement, Continuité*, n°5, pp. 46–49, octobre (1984)
80. Montesquieu, C.-L.: Considérations sur les causes de la grandeur des Romains et de leur décadence. Gallimard, Paris (2008)
81. Glissant, E.: Introduction à une poétique du divers. Gallimard, Paris (1996)
82. Descola, P.: Anthropologie de la nature, exposé à l'Unesco le 16 juin (2006)
83. Perec, G.: Espèces d'espace. Galilée, Paris (2000)
84. Berque, A.: Écoumène, introduction à l'étude des milieux humains. Belin, Paris (2000)
85. Deleuze, G., Guattari, F.: Mille Plateaux. Minuit, Paris (1980)
86. Igor K.: Diagramme et agencement chez Gilles Deleuze : L'élaboration du concept de diagramme au contact de Foucault, *Filozofija i društvo* **20**(3), 97–124 (2009)
87. Atkin, R.: Mathematical Structure in Human Affairs. Heinemann, London (1974)
88. Atkin, R.: Combinatorial Connectivities in Social Systems. Birkhäuser Verlag, Basel (1977)
89. Atkin, R.: Multidimensional Man: Can Man Live in 3-dimensional Space? Penguin Books, City of Westminster (1981)
90. Huet, F., Gkouskou Giannakou, P., Hugues Choplin, Charles Lenay, Entre territoire et apprentissage, les dynamiques d'agencement, De Boeck Université, *Revue internationale de projectique* 2008/1, pp. 55–67 (2008)
91. Lahaye, N.: Evaluation de la participation et graphe d'influence pour une gouvernance participative en éco-tourisme. Le cas du projet écotouristique Taonaba, en Guadeloupe, XLVème colloque de l'ASRDLF <http://asrdlf2008.uqar.qc.ca/Papiers%20en%20ligne/LAHAYE-evaluation.pdf>, Rimouski, Canada (2008)
92. Le Pichon, A.: Stratégies transculturelles pour un monde multipolaire, *Alliage* n°55–56, pp. 17–28, <http://revel.unice.fr/alliage/index.html?id=3586> mars (2004)
93. Di Méo, G.: Géographie sociale et territoires. Paris, Nathan (1998)
94. Keeley, L.H.: War before Civilization. Oxford University Press, Oxford (1996)
95. Von Uexküll, J.: Mondes animaux et mondes humains. Denoël (1956)
96. Simondon, G.: Du mode d'existence des objets techniques. Aubier (2012)
97. Noubel, J.F.: Intelligence collective, la révolution invisible, *The Transitioner*, <http://www.thetransitioner.org/wikifr/tiki-index.php?page=La+révolution+invisible> (2007)
98. Turing, A.: Computing Machinery and Intelligence. *Mind*, **59**(36), 433–460 (1950)

7.2 ANNEXE B : *Hétérochronies et temporalités dans les systèmes de e-learning*

Blot, Rousseaux et Saurel 2014 CODIT

PATTERN DISCOVERY IN E-LEARNING COURSES: A TIME-BASED APPROACH

Pattern Discovery in E-learning Courses: a Time-based Approach

Guillaume Blot and Pierre Saurel
Paris-Sorbonne University
SND FRE 3593
Paris, 28 rue Serpente 75006
Guillaume.blot@paris-sorbonne.fr

Francis Rousseaux
Reims Champagne-Ardennes University
CRÉSTIC EA 3804
Moulin de la Housse
51100 REIMS

Abstract — This work relies on *connectivism* and focuses on the interactions between learners and resources of e-learning materials aiming to discover patterns [13]. The theory of *connectivism* mainly tells, that knowledge is available through a network of connections. Based on Social Network Analysis, our *Time-graph* representation uses temporal metrics [12]. Even though longitudinal networks are the most widely used representations of temporal factors, here we consider time-distribution criterion within a single graph. Path following techniques are not new, but the *Time-graph* configuration makes it in a specific fashion, that orders resources over a timeline. A resource has not the same impact at the start or at the end of a course. Hence given a specific instant, the *Time-graph* can inform learners, about important resources.

Keywords — *Connectivism, Social Network Analysis, Temporal Network, E-learning, Prediction*

I. BACKGROUND

Guillaume Blot originally designed the *Time-graph* analytical structure in the top-layer of a shared agenda called Openrendezvous.com¹, in order to draw sequences of events through the agenda.

This work is an attempt to identify patterns between resources and users using temporal metrics. It is the second step of an overall research project aiming to experiment the structure in various contexts. First elements have been demonstrated in a contribution dealing with the concept of collections [2]. This previous paper shows how collector behavior toward its collection is a general use-case of learner behavior toward its course. In an e-learning context, we consider the users (either learners and teachers) and resources. Here, resource means any material available for a user that contains knowledge.

E-learning use-case can be various. In this experiment our context is a Moodle course². Moodle is an open-source LMS (Learning Management System) spread all over the world. To the date, more than 60.000 Moodle websites have been

officially recorded. Currently, Moodle is used in 235 countries³.

Many ways exist to produce an e-learning environment. The most basic is the system which comes in addition to face-to-face courses and which ensures the function of depository. More intricate platforms are designed to make specific connections between entities, to find extra resources in the Open-Web [11] and to adapt teaching materials to different styles of learners [8]. Popularized by Stephen Downes, the theory of *connectivism* mainly tells us, that knowledge is available through a network of connections. Learning is more a matter of drawing singular paths through the network than constructing knowledge from predefined patterns [13]. Connectivism is at the heart of the division of MOOCs into two classes: *xMOOCs* and *cMOOCs* [14].

A French educational organization called GIP-EFTLV was our partner in this experiment. They implement Moodle platforms and e-learning courses⁴. Moodle integrates various formats of course. Our experiment deals with the topics format. It is a functionality that gives to teachers the choice to organize a course into different units. Each unit has clear objectives and is always open.

Figure 1 presents all information extracted from two identified topics courses. Database extraction goes as a triple (*Timestamp, Learner, Resource*), which is the only data we use to draw the *Time-graph*. It means that the way we extract data is destroying the original and predefined topics structure of the course (as we do not know to which section the given resource belongs). As a reminder, figure 2 and figure 3 show how data from both courses were originally organized.

This paper has clear objectives:

- If successful, we should be in a position to rebuild some part of the original topic structure.
- A second level of successfulness will be accessed, if we find singular patterns and time-distribution.

After speaking about existing temporal networks techniques and tools (section II), we will present the chosen topology of

¹ <http://www.openrendezvous.com>

² <http://docs.moodle.org>

³ <https://moodle.org/stats/>

⁴ <http://moodle.moodgreta.eu>

the *Time-graph* (section III). In sections IV and V, we will analyze, visualize and discuss results.

Timestamp	Learner	Resource
02-05-14 08:45 AM	1	1
02-05-14 08:44 AM	15	11
02-05-14 08:43 AM	1	23
02-05-14 08:37 AM	9	16
02-05-14 08:32 AM	1	45
01-05-14 11:49 PM	12	1
01-05-14 11:39 AM	12	23

Fig. 1. This table gives a sample extraction of Moodle navigation data. Basically, we get a timestamp associated with the pair (Learner, Resource). We can see here that the extraction breaks the original topic organization.

Course A	Topic organization
Section 1	35, 31, 29, 28, 33, 54
Section 2	42, 41, 40, 53, 59, 64, 74
Section 3	39, 38, 37, 36, 58, 52, 73, 72
Section 4	34, 32, 30, 57, 51, 56, 71
Section 5	27, 26, 25, 24, 23, 56, 50, 70, 69
Section 6	23, 22, 87, 49, 68, 67
Section 7	20, 19, 86, 48, 66, 65
Section 8	18, 17, 16, 15, 14, 63, 47, 84, 46, 85, 45
Section 9	13, 12, 7, 6, 11, 83, 44, 82, 81
Section 10	10, 80, 43
Section 11	9, 8, 61, 60
Section 12	5, 4, 3, 62, 79
Section 13	2, 78, 77
Section 14	1, 0, 76, 75

Fig. 2. This table shows the original structure of course A. For each section, resources are listed in the order of appearance. Resources in italic are exercises while resources with regular font are lessons.

Course B	Topic organization
Section 1	16, 15, 14
Section 2	13
Section 3	22, 12
Section 4	11, 10, 9, 8, 7, 21, 20, 19, 18
Section 5	6, 0, 5, 23, 17, 4, 3, 2
Section 6	1

Fig. 3. This table shows the original structure of course B. For each section, resources are listed in the order of appearance. Resources in italic are exercises while resources with regular font are lessons.

II. NETWORKS AND TEMPORAL FACTORS : BESIDE LONGITUDINAL STUDIES

In Social Network Analysis, usual representations dealing with temporal factors are longitudinal networks. In scientific literature, temporal networks and longitudinal networks are often used as synonyms. But it is not always necessary the case. The *time-graph* goes besides longitudinal methods.

The main objective of longitudinal study is to render evolution, such as nodes removal or metrics fluctuation [12]. Typical studies related to longitudinal networks, present few isolated representations over a large period. For example, Fowler et al. accessed to a sequence of surveys led by psychologists over 20 years. They computed these data and built a sequence of networks over the period [5]. The result is

not a single network, but several networks sharing the same topology.

Some recent longitudinal networks have been demonstrated based on an experiment led in different social contexts. The experiment consists in periodically capture a group movement, with proximity sensors installed on persons. Data were collected by *SocioPatterns collaboration*⁵. L. Gauvin et al. used an epidemic process on these data and measured the spreading of information. The methodology consists in giving a piece of information to an entity and measure the moment when the information is potentially possessed by all entities of the system. They compare the spreading dynamics among the recorded human contacts and by creating other random temporal graphs. This comparative study proves the importance of some elements of the topology in the spreading dynamics [7].

Using NEO4J⁶ tool C. Cattuto et al. propose an animated representation of the *SocioPatterns collaboration* records. The result is an intricate model composed with frames, where each pulse is a network. Information are accessed with queries written with SPARQL⁷. For example, it is possible to ask for the presence of people given several frames or to get the weighted-proximity during a given frame. It is an evolution of longitudinal network representation, giving a major contribution in terms of access [3]. Nevertheless the intricate structure does not support on Social Network Analysis theory.

Besides, our solution does not support change detection. The objective is not to evaluate nodes and metrics removal and fluctuation, but it is to give a time-based representation for rhythm and sequences. As a consequence the topology is diverging:

- The *Time-graph* is a singleton: the idea of a singleton is to avoid several instance of an object. Here we use design pattern *Singleton* as a metaphor [10]. If we consider an E-learning use-case with a large number of resources and learners, the *Time-graph* used to handle the overall system is unique. All entities share the same structure.
- The *Time-graph* is a one-mode network: it means that there is no more than one class of nodes. That makes it more clear and easier to analyze and to visualize with validated methods.

III. TIME-GRAPH TOPOLOGY AND MEASUREMENT

A. Building the Time-graph

The *Time-Graph* relies on the *Social Network Analysis*. S.Wasserman and K. Faust are major contributors of this theory. In 1994, they published a book called *Social Network Analysis* [12]. Since then, they actualized the book only once. Forewords say that it is a “reference book that can be used by researchers who have gathered network data and want to find

⁵ <http://www.sociopatterns.org>

⁶ <http://www.neo4j.org>

⁷ <http://www.w3.org/TR/rdf-sparql-query/>

the most appropriate method by which analyze them". Because we wanted a workable data structure which matches known Social Network methods, we tried to fit the theory. Moreover, following the basics, our *Time-Graph* structure is very easy to understand. In this section, we are giving information about topology and measurement.

The *Time-Graph* is a *One-mode* directed network. It means that we have just one class of node. For one course, our set of nodes contains all resources that have been visited at least once. This set is named N and contains g resources. For example, the course A contains 88 resources (Figure 5). It can be either internal or external resources.

For the set of resources, we have a single directed relation. That is, we watch if a user has visited two resources in a row. Records sample in Figure 1 shows that learner 1 visited resources 1, 23 and 45: where we can establish: $n_1 \rightarrow n_{23}$ and $n_{23} \rightarrow n_{45}$ and $n_1 \nrightarrow n_{23}$ and $n_1 \nrightarrow n_{45}$. Furthermore, there is no link between resource 16 and resource 45, because it was visited in a row, but by 2 different users: $n_{16} \nrightarrow n_{45}$.

Finally, we consider the measurement taken for each tie. We define $x_{i,j}$ as the value of the vertex going from the i th resource to the j th resource. We want to measure the average interval of time between the consumption of two consecutive items. For example, $x_{1,23} = 180 \text{ sec}$, as the timestamp associated with the visit of resource 1 is 02-05-14 08:45 AM and the timestamp associated with the visit of 23 is 02-05-14 08:43 AM. Moreover, while we are browsing all learner activities, we should find similar paths. Typically, $n_1 \rightarrow n_{23}$ should be found in several learner activities. Figure 4 shows how *Time-graph* deals with plural occurrences of ties. The result is a directed and weighted *Time-graph*, measuring the average interval between resources.

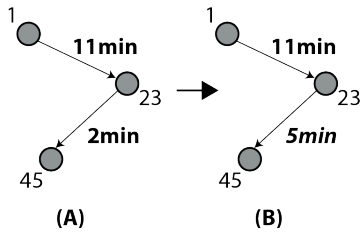


Fig. 4. This figure presents two steps during the extracted data process, based on sample data gives in table 1. When the step A ended, only the first 5 lines have been processed. In step B the two last lines (learner 12) correspond to the x23-45 edge already encountered. As a consequence the value of this edge change from 2 minutes to 5 minutes.

B. E-learning data

We created a procedure that inputs a file of raw text in entry (see structure in table 1) and produces a GEXF document (Graph Exchange XML Format). GEXF is an open and extensible XML document used to write networks structures⁸. This format is suitable for many applications.

⁸ <http://gexf.net>

Here, we read our graphs on *Gephi*, a free and interactive visualization and exploration tool⁹.

The experiment has been led on two topics course formats. Topics format enable learners to go from any resource to any other ones, without unit constraint.

- **Biology for health and social development** (course A) contains 36 participants and 88 resources that are either pdf files (64) or quizzes (24). It is compose of (see details in table 3 and 4).
- **Around the Word** (course B) contains 22 participants and 24 resources that are either pdf files (12) or quizzes (12). It is divided in 6 units (see details in table 3 and 4).

Name	Biology for Health and Social Development	Around the word
Designation	Course A	Course B
G (nb nodes)	88	24
L (nb edges)	466	113
Entries	2997	698
Participants	36	22

Fig. 5. Here are details about the 2 courses. G is the number of nodes in the final *time-graph* (number of resources) and L is the number of edges. The table also provides information about the number of entries in the original extracted data and the number of learners for each course (participant).

IV. PATTERN DISCOVERY AND VISUALIZATION

A. Time-graph visualization

Figure 6 and 7 show the two *Time-Graphs* created from course A and B. During data treatment, each node has received a size value corresponding to its visit frequency. A big node means that the resource associated was visited many times. Figures do not mention the exact number of visits, but we can still see differences in proportions. As an example for course A, resource 42 was visited 116 times and resource 88 was visited only twice.

We introduce a visualization convention for ties. The more an edge is thick, the longer it takes to go from the source to the destination. For example, in course A, $x_{35,1} = 31 \text{ days}$. Reciprocally, $x_{33,35} = 60 \text{ sec}$. Furthermore, the graph is oriented and an edge can be bidirectional.

The *time-graph* is shaped using the *Fruchterman & Reingold* visualization algorithm. Fruchterman & Reingold is a force-directed graph drawing algorithm. The authors describe their methods as a "simple, elegant, conceptually-intuitive and efficient algorithm"[6]. Besides an elegant shape, all nodes are positioned at equal length, and this reminds the fact that we wish to consider all resources at the same level. Because data extraction breaks the initial organization among resources, all resources are equal in the hierarchy. This algorithm improves the one made by Eades, who first used the concept of attractive and repulsive forces [4].

⁹ <https://gephi.org/>

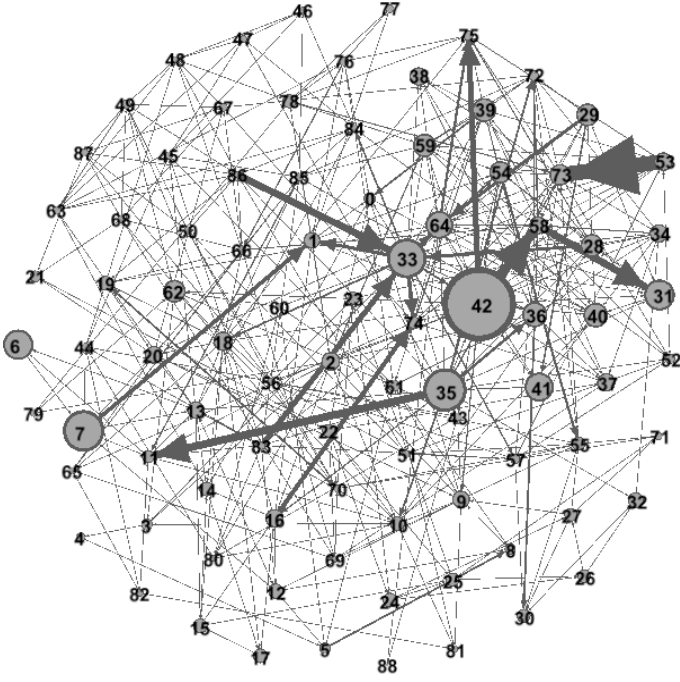


Fig. 6. The *time-graph* produced from course A. Big nodes are resources that collected the more visits and thick edges are longest connections. As an example $x_{35-11} = 31$ days and $x_{33-35} = 60$ sec.

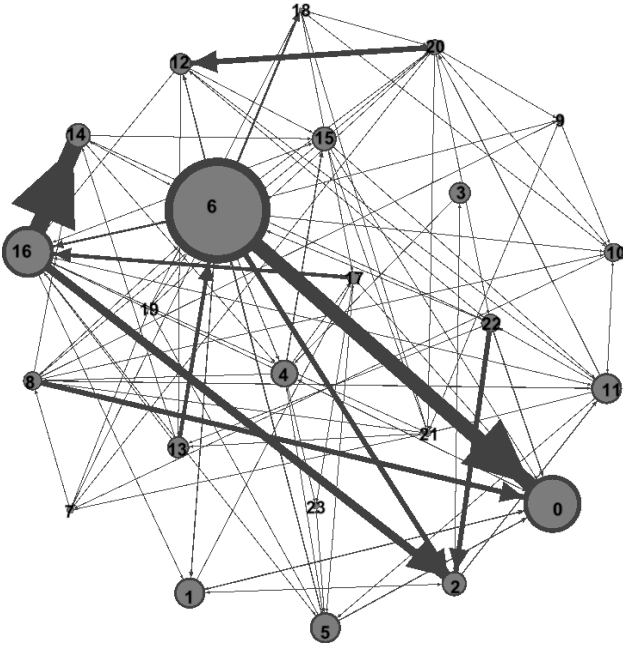


Fig. 7. The *time-graph* produced from course B. $x_{16-14} = 250$ days and $x_{18-19} = 60$ sec.

B. Pattern discovery

1) Clusters of resources

In this section, we will give some clues about learner patterns, and comment results. The first step of validation is to see if we can visualize original courses organization via the

Time-graph. Original organization of both courses is given in table 3 and 4. Let us compare the original organization with paths in the created *Time-graphs* (figure 6 & 7).

Section 1 of course A should start with resource 35 and end with resource 54. Are we able to rebuild this path? What is interesting to notice is that all resources from all section of course A are connected. Basically, our first level of clusters is *topics* and we can give temporal information about these resource visits. Here is a sequential path going from node 35 to node 54, via all intermediate resources (we will comment lately the difference between the three first edges and the two last ones):

- $x_{35-31} = 120$ sec
- $x_{31-29} = 60$ sec
- $x_{29-28} = 60$ sec
- $x_{28-33} = 28$ days
- $x_{33-54} = 11$ days

Even though it is possible to cross the original sequence in this context, it is not exactly the case for other sections (either for course A or B). For all other sections, we notice topic clusters, but some edges are not in the right direction. It means users usually visit the third resource of a section, and then visit the second one. Breakpoints in linearity are discussed lately in this paper.

2) Clusters of exercises

However, whereas we notice clusters of resources corresponding to pre-build topics, the *Time-graph* gives clues about linearity. For course A, there is only one section (among 14) that we can browse in a linear manner, going from the first node to the last, via all intermediate once ($n_{35} \rightarrow n_{31} \rightarrow n_{29} \rightarrow n_{28} \rightarrow n_{33} \rightarrow n_{54}$). For example, in section 2 we have $n_{40} \Rightarrow n_{53}$ that breaks the linearity of the original path. We encounter this case for 13 sections of course A and for all sections of course B (that have at least 2 resources). In general, this breakpoint appears for an exercise or training. Then, we need to introduce two classes of resources: *lesson* and *exercise*. Each class implies some specific behavior.

- Patterns of lessons are mostly linear and have few connections toward external sections. Inside a section, we see frequent breakpoints from lessons to exercises ($n_{36} \Rightarrow n_{58}$, $n_{30} \Rightarrow n_{57}$, $n_{23} \Rightarrow n_{56}$), whereas the opposite is not essentially true ($n_{36} \leftarrow n_{58}$, $n_{30} \leftarrow n_{57}$, $n_{23} \leftarrow n_{56}$).
- Exercise is the second level of clusters. We notice cases of exercise clustering. Figure 8 shows all ties of resource 53 where 10 adjacent nodes (75, 59, 54, 73, 64, 33, 58, 74, 52 & 57) are exercises and only 2 are lessons (39 & 42). It should match a specific period of training. Moreover if an edge ties two resources from different classes in both ways, we notice that going from a lesson toward an exercise ($x_{35-54} = 60$,

$x_{42,59} = 1740sec$) does not take much time than the opposite. We did not find any distinct behavior ($x_{54,35} = 600sec$, $x_{59,42} = 900sec$).

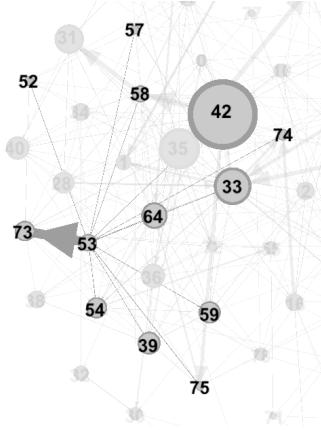


Fig. 8. A part of the course A time-graph showing neighbors of node 53.

One last comment must be done about the intervals of time from section 1 course A (given above). The 3 first resources are quickly visited, but there is a gap starting at the edge $x_{28,33}$. This cut the initial path, where going from a lesson to another lesson is a matter of second. Resource 33 and 54 are exercise. Then, we see that in this context, going from a lesson to an exercise, and from an exercise to another exercise, can take several days. Meanwhile, one can notice that we can go quicker from the first resource to the last of section 1. That is, without going through the overall section ($n_{35} \rightarrow n_{54} = 5.2min$ or $n_{35} \rightarrow n_{29} \rightarrow n_{33} \rightarrow n_{54} = 11.5min$), by breaking the original linearity ($n_{29} \rightarrow n_{35} \rightarrow n_{33} \rightarrow n_{31} \rightarrow n_{28} \rightarrow n_{54} = 12.9min$), or by using an external resource ($n_{35} \rightarrow n_{73} \rightarrow n_{54} = 7.8min$).

V. DISCUSSION

A. 3-layers Time-graph

In previous sections, we have seen that the *Time-graph* renders both original structure and singular paths. In addition to the pattern topology, we get indications about resource visits rhythm. The one-mode network is produced as a singleton from historical data (learners previous behavior). No matter the number of learners, the structure will be always unique. From that, we can introduce other features. So far, we are talking about an overall *Time-graph* that computes behaviors of many users. But it is also possible:

- To build a personal *Time-graph* for a specific learner, and then be in a position to directly identify singular behaviors. That can help to identify specific behaviors. Figure 9 shows a singular *Time-graph*. We see in this figure, that the learner did not go through all resources of the course. Using this kind of representation (our directly query the graph from an

API), a monitor can easily visualize a specific learner patterns and timeline over the course.

- To build a Meta *time-graph* that aggregates several courses. Using the Open-web, we should be in a position to publish an overall heartbeat of learning materials.

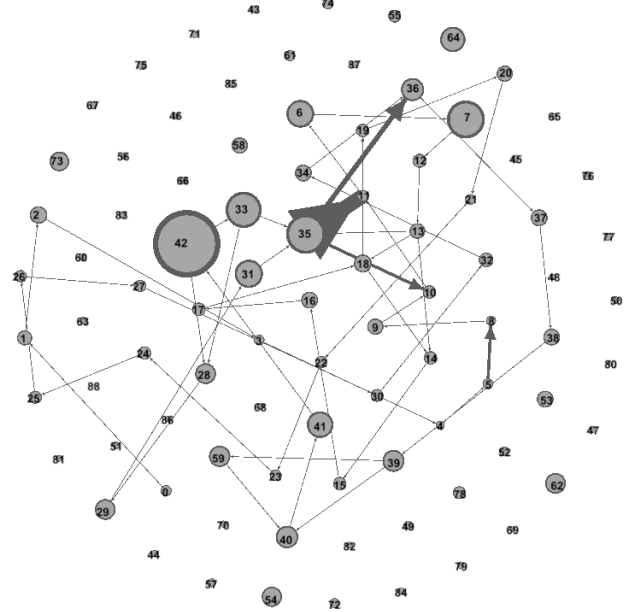


Fig. 9. This *time-graph* draws ties for a single user. We can see all path taken by this user through its course A experience. That gives temporal and structural information. We can see that this user has not visited all resources.

B. Time-graph API

We are currently working on a recommendation feature, with no specific context or domain. That is to say, it can be used to process E-learning data, collection data, agenda data, and so on. It is build as a *Restfull Web service* and will be public and available for anyone who wishes to manipulate *Time-graphs*. It contains 2 methods:

- *buildTimegraph*: the method inputs an array of triples (*user*, *item*, *timestamp*) and build the *GEXF* structure on this basis.
- *getRecommendation*: the method browses the *time-graph* at a specific moment and for a specific user. For an e-learning context, if the learner last visit is the i^{th} resource, an algorithm searches for the most appropriate resources to visit, and returns it as an XML document.

Furthermore, a Moodle plugin is currently on progress, on this basis. We plan to build it as a block visible by all learners. Any time, a learner is going to connect to the platform or to a specific course, the last recommendation will be updated.

Moodle proposes already various recommendation tools developed by the community:

- A plugin called Analytics and Recommendations¹⁰ helps to give further information. Adding this tool, either students and teachers have charts and tables to analyze and visualize their participation. Information such as fine-grained participation ratio, best student awards and measures of efforts are processed.
- Another framework features a recommendation tool [9]. This model proposes a general method around three axes: extracting users' preferences, decide preliminary rules and makes clusters of sessions. These three steps help to make recommendations based upon other learner navigation (clusters of session). The result is a hybrid course with traditional topics sequences (preliminary rules) and dynamic suggestions from similar learner styles (users' preferences).

The major difference with the *Time-graph* is that we introduce a measurement based on clock. *Time-graph* objective is to recommend the right resources at the right time.

C. Time-graph API

However, we must deal with structural limits:

- Unpredictable behaviors: unforeseen behavior of learner is what creates ties in inefficient places. For example, if a learner stops an action, leaving the Moodle platform with a last recorded resource from section 2. Several weeks later, he comes back to the system and goes directly in the middle of section 3. These two actions have no apparent links. But as our structure is recording everything, we will add the action and measure it. What makes it more difficult in this context is that there is no difference between an edge that has been crosses hundred of times and an edge that has been crosses just once. Some researches give information on how to bring more realistic measurement by combining several metrics [1].
- Content-free: To the date, our algorithms have no clue about resources content. Does the learner go through the pdf he downloaded? What part of the lesson has been assimilated? To go beyond these issues it would be interesting to compare the *Time-graph* with extra criterion. For example, we could try to find correlations between the rhythm of the course and the social behavior [8] or with performances [11].

VI. CONCLUSION

Discovering sequences among user patterns is the first step of an overall work. We publish the model at this point in order to get remarks and suggestions. We deeply encourage potential contributors to express their feedbacks. Working on improvements, we will watch to stay within the limits of the

theory, as matching Social Network Analysis remains the most highlighted guideline. We will publish soon the *Time-graph* Web service to compute your data and create your own *Time-graphs* and also give further improvement dealing with unpredictable behaviors and content-free issues.

To help us go further, we have several concrete cases to work on. The e-learning course case can be enriched with more data and courses, as our collaboration with GIP-EFTLV is only just starting. The collector case provides a general layer as it can be experimented with a various type of resources. For example, we can retrieve people interests using Public streams the Twitter API or also Facebook API. Finally, Openrendezvous.com, which is the system where this work has been initiated, is entering to an operational stage. It means that experimental data are coming up. Nevertheless, do not hesitate to share context of implementation and computational data.

ACKNOWLEDGMENT

The authors would like to thank GIP-EFTLV for sharing some of their E-learning courses data. Operational data experimentation is the cornerstone of our work. Without it, none of this work has been possible.

REFERENCES

- [1] Barrat A. et al. The architecture of complex weighted networks. PNAS journal, vol 1001, num 11, pp 3747-3752, 2004.
- [2] Blot G. et al. Time-weighted Social Network: Predict when an item will meet a collector, in proceedings of I4CS conference, Reims, 2014.
- [3] Cattuto C. et al. Time-varying social networks in a graph database. GRADES13 First International Workshop on Graph Data Management Experiences and Systems, San Francisco, USA, 2012.
- [4] Eades P. *A heuristics for graph drawing*. Congressus numerantium 42, vol 1312, 146-160, 1984.
- [5] Fowler J. et al. Dynamic spread of happiness in a large social network: longitudinal analysis over 20 years in the Framingham Heart Study. BMJ: British Medical Journal, Vol. 338, No. 7685, 2009.
- [6] Fruchterman T. et al. Graph Drawing by Force-Directed Placement. In Journal Software – Practice & Experience. Vol 21 Issue 1, pp 1129-1164, 1991.
- [7] Gauvin L. et al. Activity Clock: spreading dynamics on temporal networks of human contact. Journal Complexity, Scientific Reports 3, vol. 3099, 2013.
- [8] Grünewald F. et al. Designing MOOCs for the Support of Multiple Learning Styles, Computer Science, Volume 8095, pp 371-382, 2013.
- [9] Khribi M. et al. Automatic Recommendations for E-Learning Personalization Based on Web Usage Mining Techniques and Information Retrieval. ICALT '08. Eighth IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies. Santander, Spain. pp 30-42, 2008.
- [10] Miles R. AspectJ Cookbook: Aspect Oriented Solutions to Real-World Problems, O'Reilly Media, ch. 17, p.175-187, 2004.
- [11] Sarker F et al. Student's performance prediction by using institutional internal and external open data sources. CSEDU13 : 5th International Conference on Computer Supported Education, Aachen, Germany, 2013.
- [12] Wasserman S. et al. Social Network Analysis: Methods and Applications, Cambridge University Press, Cambridge, UK, 1994.
- [13] Downes S. Connectivism and Connective Knowledge. Self-published on the Internet, National Research Council, Canada, 2012.
- [14] Yeager C. et al. CMOOCS and Global learning: An authentic alternative, JALN, vol. 17, 2013, p. 133, 2013.

¹⁰ http://docs.moodle.org/24/en/Analytics\Recommendations_block

7.3 ANNEXE C : Hiérarchies, hétérarchies et données personnelles I

Saurel 2012 HERMANN

**MODELISATION MACROSCOPIQUE DE
L'ECOSYSTEME POLITIQUE DE GESTION DES
DONNEES PERSONNELLES EN FRANCE
– UN EXEMPLE DE MODELE D'UNE HETERARCHIE**

Modélisation macroscopique de l'écosystème politique de gestion des données personnelles en France – un exemple de modèle d'une hétérarchie

Résumé. Les données personnelles et leurs traitements sont au cœur de la société numérique. Ces données sont traitées par des acteurs multiples dont les intentions sont extrêmement variées. Ces mêmes acteurs ont développé chacun des doctrines très diverses en matière de traitement des données personnelles. Ces doctrines évoluent en fonction des intentions de ces acteurs, ce qui se traduit dans leur « politique » de gestion des données personnelles. À titre d'exemple on peut citer les adaptations en fonction des pays et des réactions des utilisateurs qui amènent des acteurs commerciaux comme Facebook, Microsoft, Yahoo ou Google à faire évoluer leur politique de gestion des données personnelles. La représentation de la gestion multi-acteur et multi-échelle des données personnelles s'est morcelée et a fortement évolué sous la pression du développement d'une part de leur valeur économique notamment en terme de ciblage marketing et d'autre part de leur valeur comme outil de cyber-surveillance pour les États comme pour les entreprises. Le présent article a pour objet de proposer dans ce contexte une modélisation macroscopique des différents acteurs, de leur gestion des données personnelles et de leurs interactions

Abstract. Personal data and their processing are at the heart of the digital society. These data are processed by multiple actors whose intentions are extremely varied. Each of these actors developed very different doctrines in personal data processing. These doctrines are evolving according to the intentions of those actors, which has an effect on their personal data management policy. For instance we may mention adjustments depending on the country and feedback from users that bring commercial actors such as Facebook, Microsoft, Yahoo or Google to change their management of personal data. The representation of the multi-actor and multi-scale personal data management has been parceled out and has changed significantly under pressure from the development on one hand, of their economic value especially in terms of target marketing and, on the other hand, of their value as a tool for cyber-surveillance for both states and companies. This article is intended to provide in this context a macroscopic modeling of the various actors, of their management of personal data and of their interactions.

Mots clefs : hétérarchie, internormativité, pluralisme ordonné, pluralisme juridique, modèle multi-agents, écosystème normatif.

1. INTRODUCTION

Les données personnelles et leurs traitements sont au cœur de la société numérique. Ces données sont traitées par des acteurs multiples dont les intentions sont extrêmement variées. Ces mêmes acteurs ont développé chacun des doctrines très diverses en matière de traitement des données personnelles. Ces doctrines évoluent en fonction des intentions de ces acteurs, ce qui se traduit dans leur « politique » de gestion des données personnelles. À titre d'exemple on peut citer les adaptations en fonction des pays et des réactions des utilisateurs qui amènent des acteurs commerciaux comme Facebook, Microsoft, Yahoo ou Google à faire évoluer leur politique de gestion des données personnelles.

La représentation de la gestion multi-acteur et multi-échelle des données personnelles s'est morcelée et a fortement évolué sous la pression du développement d'une part de leur valeur économique notamment en terme de ciblage marketing et d'autre part de leur valeur comme outil de cyber-surveillance pour les États comme pour les entreprises.

Le présent article a pour objet de proposer dans ce contexte une modélisation macroscopique des différents acteurs, de leur gestion des données personnelles et de leurs interactions.

Il s'appuie sur des modélisations similaires en sciences sociales notamment pour la mobilisation de masse en RDA (Eberwein & Saurel 1995). Il avait été démontré pour ces modèles, beaucoup plus simples, qu'ils sont susceptibles d'aboutir à des transitions de phase (Saurel 1998).

Ce type de modélisation multi-acteurs et multi-échelles permet une représentation des stratégies des différents acteurs publics et privés et de les intégrer dans un écosystème global.

Ces acteurs, en interaction, relèvent de fait de normes hétérogènes et de niveaux différents qui s'enchevêtrent et dont les doctrines s'influencent et s'interpénètrent.

La modélisation ainsi que les simulations informatiques qui peuvent être élaborées sur cette base permettent une représentation et une méthode de travail complémentaires des méthodes d'analyses normatives habituelles en droit.

Les modèles multi-agents proposés ici permettent en particulier une visualisation ramassée de l'ensemble de la situation dans laquelle les normes s'insèrent et ont vocation à s'appliquer.

Cette représentation complémentaire et synthétique permet d'envisager une approche globale de l'environnement dans lequel s'insèrent les normes. Elle facilite la définition de stratégies et de principes d'actions en identifiant les conséquences qui peuvent en découler sur l'ensemble de l'environnement.

2. LE CONTEXTE ET LES CONDITIONS DE POSSIBILITÉ D'UNE MODÉLISATION MACROSCOPIQUE

Le type de modélisation envisagé est celui d'une modélisation d'un écosystème juridique. Les conditions de possibilité d'une telle modélisation sont connues (par exemple Bourguine *et al.* 2008) :

- Un nombre limité de règles et de types d'acteurs ;
- Une relative autonomie au moins méthodologique des phénomènes objet de la modélisation.

Ces deux conditions de possibilité sont réunies en matière de gestion des données personnelles. La première condition de possibilité a essentiellement pour objet de permettre une description du modèle. Cette condition est remplie dès lors que le modèle, comme on le constatera ci-après intègre par construction la description de l'ensemble des types d'acteurs et prétend décrire les règles de comportement identifiées. La deuxième condition de possibilité a pour objet de permettre de séparer le phénomène modélisé pour justifier que l'étude de ce modèle isolément prend un sens.

Cette autonomie semble pertinente dans la mesure où :

- Des lois et règles spécifiques en France¹, dans l'Union européenne² et dans le monde³ traitent spécifiquement des questions relatives aux données personnelles et qu'elles sont relativement peu nombreuses ;
- Des dispositifs récents⁴ permettent de gérer l'internormativité (Delmas-Marty 2004-2011) ;

1. Loi n° 78-17 du 6 janvier 1978, relative à l'informatique, aux fichiers et aux libertés, modifiée notamment le 6 août 2004 par la loi n° 2004-801 transposant en droit français la directive européenne 95/46/CE sur la protection des données personnelles.

2. Directive européenne 95/46/CE du 23 novembre 1995 relative à la protection des personnes physiques à l'égard du traitement des données à caractère personnel et à la libre circulation de ces données. Elle concerne la réglementation des États membres et ne couvre pas les fichiers de police, de justice et de renseignement et plus généralement le champ des données personnelles relatives à la coopération policière et judiciaire en matière pénale. Le règlement 45/2001 publié au journal officiel de l'Union européenne le 12 janvier 2001 porte quant à lui sur les données personnelles collectées par des institutions communautaires. Le règlement 45/2001 a institué le Contrôleur européen de la protection des données (CEPD).

3. Par exemple aux États-Unis, le Privacy Act du 31 décembre 1974, Public Law n° 93-579 relatif à la collecte, la conservation, la mise à jour, l'utilisation et la diffusion des données personnelles par les agences fédérales avec pour objectif de protéger les citoyens américains. Les grands pays ont presque tous mis en place une législation en matière de données personnelles dans le dernier quart du xx^e siècle avec des aménagements et adaptations dans la première décennie du xxi^e siècle tenant compte en particulier des politiques sécuritaires en suite des attentats du 11 septembre 2001.

4. On peut citer le dispositif dit du Safe Harbor (International Safe Harbor Privacy Principles) comportant des principes de protection des données personnelles fixé par le Département du commerce américain et considéré comme un dispositif de protection adéquate par la réglementation européenne, permettant ainsi aux entreprises de gérer des flux transfrontières

- Des acteurs spécifiques sont identifiés⁵ dont le rôle réside exclusivement dans la gestion des données personnelles ;
- Les acteurs économiques identifient des postes spécifiques réservés à la gestion des données personnelles, sous l'impulsion du législateur ;
- Cette autonomie de la question des données personnelles est relativement récente dans la mesure où les lois correspondantes sont relativement récentes et des rôles nouveaux ont été identifiés et sont en évolution⁶ ;
- Les confrontations de politiques d'acteurs sont également relativement récentes de sorte que les rapports de force sont encore en cours de mise en place⁷,

de données entre l'Union européenne et les États-Unis. Ces principes ont été négociés en 2001 entre les États-Unis et l'Union européenne en s'appuyant sur la directive 95/46/CE. La négociation a été réalisée par le G29 pour le compte de l'Union européenne. Le G29 a été institué par l'article 29 de la directive 95/46/CE. Il a notamment pour première mission précisée à l'article 30 de la directive, d'examiner toute question portant sur la mise en œuvre des dispositions nationales prises en application de la directive, en vue de contribuer à leur mise en œuvre homogène. Dans le cadre de l'internormativité, on peut citer notamment la négociation des échanges de données issues des bases de données des compagnies aériennes et des agences de voyage (Passenger Name Records, accords du 17 mai 2004 entre les États-Unis et l'Union européenne). Le scandale SWIFT a quant à lui montré la nécessité d'un cadre légal pour que les transferts de données soient respectueux de la protection des citoyens.

5. On peut citer la CNIL (Commission nationale informatique et libertés) instituée par la loi du 6 janvier 1978, mais également le Contrôleur européen de la protection des données (CEPD) ou le G29. On peut également citer le Correspondant aux données personnelles dont le rôle a été encadré par le décret n° 2005-1309 du 20 octobre 2005. Ce rôle existe aussi bien dans le monde anglo-saxon (Chief Privacy Officer) que dans les usages continentaux notamment en Allemagne, en Suède ou aux Pays-Bas avec un caractère facultatif ou obligatoire selon les catégories de données gérées de sorte que son rôle a été précisé dans le cadre de la directive européenne 95/46/CE (article 18).
6. La création récente en France du Correspondant aux données personnelles (CIL ou correspondant informatique et libertés) amène à la création d'associations ad hoc organisant ces intervenants. On peut citer l'AFCDP (Association française des correspondants aux données personnelles) qui joue le rôle d'interlocuteur des pouvoirs ou publics et diffuse les « meilleures » pratiques. Cette association est à l'évidence susceptible de jouer à terme un rôle de régulateur comme peut l'être un Ordre (pour les avocats) ou une Compagnie (pour les commissaires aux comptes).
7. Le 17 mars 2011, la CNIL a annoncé que sa formation contentieuse avait prononcé une amende de 100 000 euros contre la société Google du fait de son dispositif technique Google « Street view ». Ce dispositif technique existe depuis 2007. La CNIL a entrepris des contrôles fin 2009 et début 2010. La CNIL a constaté que le dispositif de la société Google était illégal en ce qu'il collectait, à l'insu des personnes concernées, des dizaines de milliers de points d'accès Wi-Fi par le biais des « Google cars ». La CNIL, après analyse des données collectées, a constaté que de nombreuses données concernaient des particuliers, identifiés ou identifiables (données de connexion à des sites web, mots de passe de messagerie, adresses de courrier électronique, échanges de courriels révélant notamment des informations sensibles sur l'orientation sexuelle ou la santé des personnes). La CNIL a pris cette sanction en tenant compte du fait que la violation de la loi française sur les données personnelles avait permis à la société Google de développer une base de données de géolocalisation extrêmement

les acteurs n'utilisant pas, intentionnellement, l'ensemble des instruments de politique à leur disposition⁸.

3. LE MODÈLE PROPOSÉ

La modélisation proposée consiste d'abord à recenser l'ensemble des types d'acteurs intervenant en matière de données personnelles.

La phase d'identification des types d'acteurs est importante car certains acteurs sont susceptibles de modifier complètement l'organisation d'un secteur d'activité.

Également en matière d'immatériel on peut citer à cet égard le secteur de la propriété industrielle. En cette matière les « patent trolls⁹ » jouent un rôle singulier alors que les seules règles de droit ne permettent pas de les distinguer particulièrement. Les « patent trolls » constituent un type d'acteur qui a pu émerger du fait du contexte juridico-économique américain permettant de faire fructifier et de valoriser un portefeuille de brevets, au moyen d'une part des sommes allouées par les juridictions américaines en matière de contrefaçon et d'autre part du périmètre du droit américain des brevets. Or les « patent trolls » jouent un rôle structurant du secteur d'activité de la propriété industrielle et il est souvent ignoré par ceux qui concentrent leurs analyses sur le seul droit positif.

En matière de données personnelles, on peut citer au moins une vingtaine de types d'acteurs¹⁰ qui constituent chacun un type d'agent du modèle.

Parmi ces acteurs il convient de subdiviser certains d'entre eux notamment s'agissant d'institutions comportant en leur sein plusieurs organes

performante, et d'acquérir ainsi une position dominante dans le secteur des services de géolocalisation. La sanction de 100 000 euros prononcée par la CNIL le 17 mars 2011 est la sanction financière la plus importante jamais prononcée par la CNIL. Le montant n'est en rien dissuasif pour un acteur comme Google dont la valorisation boursière est estimée à plus de 140 milliards de dollars. Cette sanction tient également compte du fait que la CNIL est la première autorité nationale à avoir sanctionné la société Google pour ce dispositif.

8. La CNIL a la possibilité de mettre en œuvre des poursuites pénales en saisissant le Procureur. Force est de constater qu'actuellement la CNIL ne fait pas usage de cette partie de son dispositif en se concentrant essentiellement sur ses instruments financiers et en insistant sur son rôle pédagogique.

9. Les « patent trolls » sont des entreprises, généralement américaines dont le modèle économique s'appuie sur la concession de licences et le litige de brevets, ces litiges étant généralement interrompus par des transactions avant toute décision définitive au fond.

10. CNIL, Conseil constitutionnel, Gouvernement, État, Parlement, Société civile, Producteurs de technologies, Producteurs de services, Utilisateurs de services, G29, Union européenne, Avocats, Correspondants aux données personnelles, Magistrats, Entreprises, Salariés, CEDH, CJUE, ONG. Les acteurs multiples doivent être eux-mêmes catégorisés.

spécifiques dont les intentions ou les doctrines sont divergentes ou d'acteurs économiques dont les modèles économiques sont divergents.

Des acteurs hétérogènes

Modélisation de chaque type d'acteur comme d'un agent

Pour chacun de ces acteurs le modèle consiste ensuite à préciser certaines de leurs caractéristiques propres. Ces caractéristiques propres communes à l'ensemble des acteurs sont à tout le moins pour chaque acteur ses règles de droit, sa doctrine (corps et architecture conceptuelle), ses juridictions (modalités d'interprétation et de mise en œuvre de la doctrine), sa temporalité, son modèle économique, ses outils, ses dynamiques de fonctionnement et d'évolution spécifiques. Les intentions de ces acteurs peuvent être déterminées en précisant leurs priorités notamment en termes de secteurs d'application. Ceci peut être entrepris par exemple pour la CNIL.

Pour la CNIL le système de règles de droit est défini par la loi du 6 janvier 1978 modifiée. La doctrine de la CNIL peut être décrite au moyen des positions spécifiques et cohérentes prises par la CNIL, concept par concept. Ces positions sont exprimées notamment par la CNIL dans ses recommandations¹¹. On peut citer par exemple la doctrine des trois âges des archives¹² qui est en particulier formalisée par la CNIL dans sa recommandation n° 2005-213 du 11 octobre 2005¹³. Dans cette recommandation, la CNIL fait référence à l'article 2 de la loi du 6 janvier 1978. Plus généralement le corps de doctrine élaboré par la CNIL est systématiquement rattaché au moins pour partie à la loi du 6 janvier 1978. Le corps de doctrine défini par la CNIL lui permet de préciser et de communiquer les grands principes sur la base

11. La CNIL met elle-même en avant une quarantaine de recommandations prises depuis sa création [http://www.CNIL.fr/nc/en-savoir-plus/deliberations/recommandations/?delib\[cur\]=1](http://www.CNIL.fr/nc/en-savoir-plus/deliberations/recommandations/?delib[cur]=1).

12. Cette doctrine des trois âges des archives est en fait une doctrine empruntée par la CNIL aux archivistes. Cette doctrine a été établie par Theodore R Schellenberg dans son ouvrage « Modern Archival Principles and Techniques » paru en 1956. Il a ensuite été repris par des archivistes français comme Michel Duchein et Yves Perotin et intégré implicitement dans le décret n° 79-1037 du 3 décembre 1979 pris en application de la loi n° 79-18 sur les archives du 3 janvier 1979.

13. Dans sa recommandation n° 2005-213 du 11 octobre 2005, publiée au JO n° 272 du 23 novembre 2005, la CNIL a précisé que sa recommandation avait vocation à s'appliquer aux archives dites courantes, intermédiaires et définitives. La CNIL distingue ainsi trois types d'archive. De plus, dans cette même recommandation, la CNIL définit ces trois types d'archive : « par archives courantes, il convient d'entendre les données d'utilisation courante par les services concernés dans les entreprises, organismes ou établissements privés (par exemple les données concernant un client dans le cadre de l'exécution d'un contrat) ; par archives intermédiaires, il convient d'entendre les données qui présentent encore pour les services concernés un intérêt administratif, comme par exemple en cas de contentieux, et dont les durées de conservation sont fixées par les règles de prescription applicables ; par archives définitives, il convient d'entendre exclusivement les données présentant un intérêt historique, scientifique ou statistique justifiant qu'elles ne fassent l'objet d'aucune destruction. »

desquels la CNIL élabore ses raisonnements. Les rapports annuels de la CNIL permettent également de compléter cette communication par la CNIL des principes sur lesquels elle élabore ses positions.

Les juridictions propres à la CNIL sont définies par la loi du 6 janvier 1978. La loi définit les organes susceptibles notamment de mener des investigations et de prendre des sanctions. La CNIL dispose également d'un règlement intérieur qui précise le mode de fonctionnement de ces organes¹⁴.

La jurisprudence de la CNIL, c'est-à-dire l'ensemble des mesures et décisions prises n'est pas intégralement accessible. La CNIL communique une partie des décisions et mesures qu'elle prend sous la forme de communiqués disponibles sur son site internet¹⁵.

La temporalité de la CNIL est une notion relative mais qui prend ancrage notamment dans la durée des mandats de ses membres ainsi que la durée des instructions, des contrôles et plus généralement des mesures de surveillance des dispositifs techniques liés aux données personnelles. Pour la CNIL les échelles de temps pertinentes se comptent en années voire en dizaines d'années.

Le modèle économique de la CNIL est quasiment contraint par son statut d'Autorité administrative indépendante. La CNIL comporte environ 140 emplois stables et un budget de fonctionnement de 4,7 millions d'euros pour l'année 2009. Pour cette même année 2009, la CNIL indique dans son rapport annuel qu'afin de bénéficier de ressources financières propres, la CNIL avait envisagé la mise en place d'une contribution annuelle versée par chaque structure gérant des traitements de données à caractère personnel, ce projet n'ayant pas été retenu par le Gouvernement.

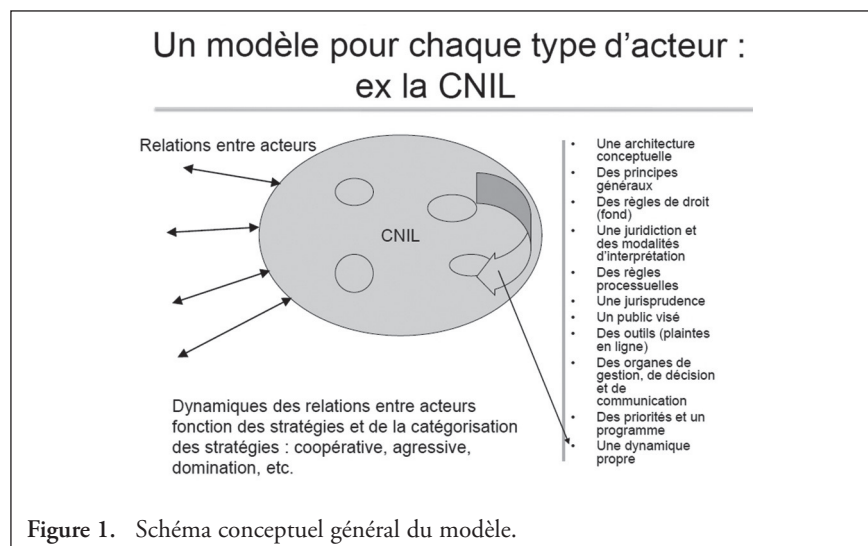
Les outils dont dispose la CNIL sont également un critère structurant. La mise en place d'un dispositif de plaintes en lignes en juin 2010, dont le champ d'application s'est progressivement étendu, devrait entraîner une augmentation des plaintes reçues par la CNIL, lesquelles étaient d'ores et déjà de plus de 4 000 en 2009.

Les priorités et le programme de contrôles de la CNIL sont précisés par la CNIL d'une part dans son rapport annuel mais surtout dans le cadre d'une délibération qui fait systématiquement l'objet d'une large communication. En 2010 la CNIL avait notamment indiqué qu'elle procéderait au contrôle de clubs sportifs, ce qu'elle a fait. Le 24 mars 2011, la CNIL a indiqué notamment qu'en 2011 elle contrôlera la vidéo-protection, la sécurité des données de santé, les agences de recouvrement et les détectives privés. La CNIL précise ainsi dans les

14. Le règlement intérieur de la CNIL a été fixé par une délibération n° 2006-147 du 23 mai 2006 publié au JO n° 156 du 7 juillet 2006.

15. À titre d'exemple, dans son rapport pour l'année 2009, la CNIL précise qu'elle a reçu 4 265 plaintes, réalisé 270 contrôles, formulé 91 mises en demeure et prononcé 5 sanctions financières et 4 avertissements. Le contenu concret de ces mesures n'est pas intégralement disponible et communiqué par la CNIL.

secteurs d'activité dans lesquels elle entend intervenir en priorité. Elle influence ainsi les autres acteurs de l'écosystème de la gestion des données personnelles.



Hétérarchie : un réseau hiérarchique d'agents hétérogènes

En précisant les règles de droit par acteur, le modèle proposé permet une description différenciée des systèmes de règles de chacun des acteurs. Force est de constater, lorsque l'on réalise la description de chacun des acteurs de l'écosystème de gestion des données personnelles, que les types d'acteurs concernés sont très variés. Cette diversité n'est qu'une des formes de l'hétérogénéité des agents de ce réseau.

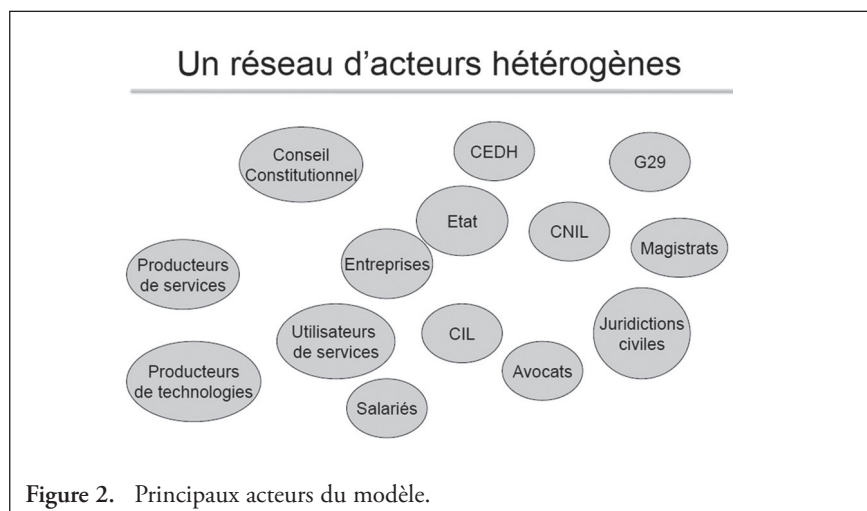
L'essentiel de cette hétérogénéité relève plutôt de la nature même des types d'agents. L'hétérogénéité est liée notamment à une forme d'incommensurabilité des modèles économiques et des doctrines et concepts développés par les agents (Kuhn 1982). L'incommensurabilité des modèles économiques développés par une Autorité administrative indépendante comme la CNIL et un acteur économique puissant comme Google ne nécessitent sans doute pas de long développement.

De la même manière la durée pertinente pour un acteur comme Google ou Yahoo est très différente de la durée pertinente pour une institution comme celles qui sont présentes dans le réseau d'agents objet du modèle. Les durées pertinentes pour les institutions se comptent en année voire en dizaine d'années. Les durées pertinentes pour les acteurs comme Google se comptent en semaine. À titre d'exemple les services et fonctionnalités proposés par Google sont remis à jour et modifiés quasi-quotidiennement et en tout état de cause sur une base au plus hebdomadaire. Au contraire les durées des procédures de sanction de ces mêmes services s'échelonnent sur plusieurs années du fait des

différents niveaux de juridictions et de l'obligation de rapporter une preuve objectivée d'un service par nature immatériel et donc intangible.

L'hétérogénéité est également conceptuelle et donc liée aux doctrines des acteurs et aux concepts qu'il manipule. À cet égard il convient de conserver la plus grande prudence lorsque des termes en apparence identiques ou similaires sont utilisés. À titre d'exemple on peut citer le concept du Safe Harbor, lequel, dans sa philosophie d'adhésion volontaire est totalement différent du cadre légal, s'imposant donc à tous, des règles en matière de données personnelles établies dans l'Union européenne.

Cette incommensurabilité doit être relativisée car on peut constater une forme de porosité entre les agents notamment relativement aux doctrines et principes qui les régissent. À titre d'exemple, lorsque le Conseil constitutionnel ou les juridictions civiles analysent plus particulièrement un concept mis en œuvre devant leur propre juridiction, elles influencent l'analyse que les autres agents vont réaliser de ce même concept¹⁶.



Il convient également de souligner que les liens entre les agents relèvent pour partie de relations non égalitaires et même hiérarchiques. Les principes de hiérarchie des normes sont à prendre en compte dans cet écosystème de gestion des données personnelles. La directive européenne 95/46/CE a pour objet notamment de permettre le respect de la vie privée et familiale des citoyens et donc de mettre en œuvre les principes de l'article 8 de la Convention

16. À titre d'exemple on peut citer les thématiques analysées par la cour de cassation dans ses derniers rapports annuels, à savoir le droit de savoir (2010), les personnes vulnérables (2009), les discriminations (2008). Ces trois thématiques comportent des déclinaisons en matière de données personnelles et elles seront reprises implicitement ou explicitement par la CNIL.

européenne des droits de l'homme. La loi informatique et libertés du 6 janvier 1978 a été modifiée en application de cette directive. En conséquence de quoi la CNIL, dans ses décisions et procédures, est donc amenée à tenir compte des positions et interprétations que d'autres agents sont amenés à prendre relativement à leurs propres caractéristiques propres. En la matière, la CNIL devra donc intégrer dans ses raisonnements les positions notamment de la CEDH, du Conseil constitutionnel et de la Cour de cassation relative au respect de la vie privée et familiale et au sens qu'il convient de donner à l'article 8 de la CEDH.

Les dynamiques

Les dynamiques propres de chaque agent, décrites agent par agent ne suffisent pas à décrire le système. Il convient également d'y ajouter les dynamiques inter-agents. Ces dynamiques ne sont pas explicites. Elles n'apparaissent que dans le cadre des relations entre agents et notamment au moment des situations de crise.

Parfois les programmes d'actions permettent d'identifier les relations et dynamiques entre les acteurs. Lorsque la CNIL précise quel secteur d'activité elle va contrôler, alors qu'elle ne les contrôlait pas avant, elle définit une dynamique dans ses relations avec ses acteurs. Ces dynamiques peuvent prendre soit la forme de systèmes d'équations différentielles, soit de règles d'actions (Farmer 1990).

Lorsque la CNIL précise des seuils financiers de sanctions, elle définit une quantification de son action. Naturellement l'impact de cette quantification est variable en fonction des capacités financières des acteurs et notamment de leurs ressources. Les ressources de chacun des acteurs jouent un rôle important dans la définition des dynamiques et des rapports de force entre les acteurs. Les ressources et leur consommation permettent de spécifier la temporalité des agents.

Dans cet écosystème, certains agents agissent comme si les ressources dont ils disposent étaient infinies. Ceci a pour impact que les actions des autres agents sont alors neutres et n'ont pas d'impact sur leurs comportements.

Les intentions et politiques sont profondément ancrées dans les dynamiques propres de chaque agent. Les dynamiques entre agents ont notamment pour objet de créer une interférence entre les dynamiques propres incommensurables entre les agents.

4. INTÉRÊTS, USAGES ET ENJEUX D'UN MODÈLE DE L'ÉCOSYSTÈME DES DONNÉES PERSONNELLES

Complexité macroscopique et positionnement dans l'ensemble des classes de modèles et de modèles de règles

Le modèle proposé peut être très brièvement positionné dans les classes de modèles. Tout d'abord, que l'on considère le phénomène ou le modèle

proposé ils relèvent de la complexité (Le Moigne 1999), cette complexité restant à caractériser.

Le modèle proposé ne relève pas de la complexité/quantité qui caractérise de très nombreux modèles issus de la physique statistique. Ces modèles s'appuient sur des agents très nombreux, tous identiques et comportant un nombre très faible de caractéristiques (une à trois) (Wolfram, 1994). Ces modèles sont d'une très grande efficacité car ils permettent de rendre compte qualitativement voire quantitativement de certains phénomènes d'émergence par transition de phases.

Le modèle proposé ne relève pas non plus des modèles qui définissent la complexité algorithmiquement par une non prédictibilité ou une non reproductibilité de l'évolution exacte du système par une machine (NP-complétude, modèles browniens, systèmes non linéaires de trois corps), ces modèles correspondant généralement à l'étude d'un unique élément, d'un nombre très réduit d'éléments (un à trois) ou d'un système d'éléments tous identiques (Delahaye, 1994).

Le modèle proposé comporte un nombre restreint de type d'agents (de l'ordre de la dizaine) comportant un nombre restreint de paramètres (de l'ordre de la dizaine) et de dynamiques. Les dynamiques entre acteurs permettent de restituer des phénomènes d'interactions entre agents comportant chacun leur propre dynamique interne. Certaines relations entre agents sont de type hiérarchique, même si les agents ne relèvent pas de niveaux de complexité différents.

Il s'agit là d'une classe de modèles de complexité distincte des deux classes mentionnées ci-dessus. On pourrait la désigner sous le terme de modèles de complexité macroscopique.

Pour une réflexion sur l'internormativité

Ce type de modèle est structurellement sous-déterminé (Saurel 1998). Cette sous-détermination est propre au modèle et doit être distinguée des problématiques de sous-détermination relatifs aux changements de représentation que l'on constate notamment lorsque l'on cherche à simuler des modèles (sous-détermination des modèles mathématiques relativement aux simulations) ou à restituer sous la forme d'un modèle mathématique une théorie du même phénomène (sous-détermination des théories relativement aux modèles mathématiques).

La détermination du modèle intervient notamment au moment où les agents de type différent et comportant leur dynamique propre, entrent en interactions ou font évoluer leurs interactions. Ce temps consiste en un moment lors duquel des logiques, normes, dynamiques, hétérogènes sont contraintes d'interopérer. L'interopération de ces systèmes de règles situés et incorporés entraîne une détermination des dynamiques d'interaction et définit les modalités de l'internormativité qu'appelle le modèle.

Objectivation de l'instabilité juridique dans un système complexe

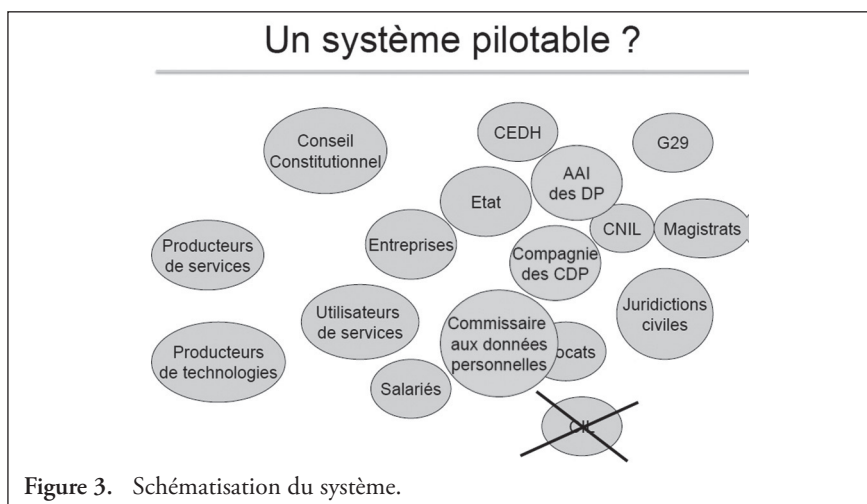
Le modèle proposé permet également d'objectiver des acteurs et les dynamiques entre ces acteurs. Les dynamiques représentées modifient des systèmes de règles juridiques qui sont incorporées dans des acteurs différents et même hétérogènes. L'ordre juridique prend alors un visage morcelé pour lequel les dynamiques des règles juridiques évoluent par sous-ensemble avec des cohérences qui leur sont propres.

L'instabilité juridique qui en découle n'est donc pas l'instabilité traditionnelle qu'une règle perturbatrice peut apporter dans un système de règles juridiques. L'instabilité juridique ici décrite est celle d'ensembles de règles juridiques qui sont articulés en tant qu'ensembles et qui obéissent à des dynamiques propres en temps qu'ensemble. L'objectivation proposée par le modèle permet d'identifier les temporalités des acteurs et donc de représenter quasi-explicitement l'instabilité créée par les articulations de dynamiques propres d'ensembles de règles juridiques.

Outil de prise de décision dans un système normatif hétérarchique

L'ensemble ici décrit, malgré sa simplification est déjà un univers complexe et incertain. Des outils de prévision et d'analyse spécifiques sont nécessaires pour appréhender un tel modèle, la simulation après des sous-déterminations et instanciation étant un des outils naturels de représentation.

La nature de certitude et de l'instabilité sous-jacente ne sont que mal restituables par les outils des probabilités qui sont adaptés aux univers pour lesquelles les lois de répartition sont monodimensionnelles ou non modifiables par des interventions externes au système (le politique joue un rôle de *deus ex machina* pour le système et donc aussi pour une restitution en termes probabilistes) ou par des boucles de rétroaction du système sur la loi de probabilité qui n'est donc pas fixée indépendamment de la dynamique du système.



Ce type de modélisation permet à des acteurs nationaux, notamment les avocats ou les correspondants aux données personnelles de préciser les normes et doctrines de niveaux supérieurs auxquels ils sont confrontés, dans leur hétérogénéité (hétérarchie, Wiener 1950), en permettant d'identifier les dynamiques d'évolution de ces doctrines, leurs intentions et leurs contradictions.

Ce type de modélisation permet également de restituer des stratégies de contournement de l'État de droit (Delmas-Marty, 2004-2011) comme ce fut le cas pour l'accord Passenger Name Record entre l'Union européenne et les États-Unis, portant sur les données relatives aux passagers de compagnies aériennes ou du traité de Prüm ayant pour objet l'échange de données biométriques et de données personnelles entre quelques États de l'Union européenne.

La question de la pilotabilité du système est ouverte.

L'acteur public peut mener une politique qui consistera par exemple à modifier les agents présents dans le système et leurs caractéristiques propres. Parmi les évolutions attendues ou envisageables on peut identifier notamment la disparition du Correspondant informatique et libertés et concomitamment la création du Commissaire aux données personnelles avec éventuellement une compagnie des commissaires aux données personnelles.

Outil de formation dans un système complexe

Un modèle de ce type, mis en œuvre sous la forme d'une plate-forme de simulation pourrait constituer un outil de modélisation et de simulation de politiques publiques dans un système complexe.

Dans le contexte propre des données personnelles un tel modèle permet de situer plus précisément et convenablement les enjeux. À une vision se concentrant exclusivement sur la règle de droit, un tel modèle oppose une vision situant la règle de droit dans son véritable réseau de règles juridiques et d'acteurs.

La formation aux impacts d'une politique dans un système complexe pourrait être envisagée au moyen de ce type de modèles ou de leurs simulations. Un modèle de ce type permet de former des décideurs publics aux conséquences et enjeux des décisions qu'ils peuvent prendre. Ce type de modèle permet de positionner une analyse d'impact de la modification de la règle de droit voire de la modification de l'environnement juridique en modifiant les agents présents dans le système par création, fusion ou suppression, ou en modifiant uniquement leurs caractéristiques propres.

5. CONCLUSION

Le modèle proposé est élaboré au moyen d'une démarche de modélisation et de simulation qui est traditionnelle en sciences et notamment en sciences expérimentales mais qui est moins habituelle en droit.

Pourtant cette démarche de modélisation au moyen d'un modèle multi-agents et multi-échelles permet une représentation différente et complémentaire de l'environnement des données personnelles.

Cette approche complémentaire est susceptible de modifier les usages aussi bien pour certains acteurs qui définissent des stratégies d'actions dans cet environnement que pour les décideurs publics qui souhaitent faire évoluer cet environnement et analyser les impacts possibles de ces évolutions.

Cette démarche est qualitative, en l'état. Elle peut devenir quantitative soit dans le cadre de simulations réalisées à partir du modèle, soit dans le cadre de quantifications d'impacts sur l'environnement suite à des modifications normatives.

6. RÉFÉRENCES

- Bourgine P., Chavalarias D. and E. Perrier (dir.) (2008) *French roadmap for complex systems*. <http://hal.archives-ouvertes.fr/docs/00/39/24/86/PDF/FrenchCSRoadMap2008-2009HalVersion.pdf>.
- Delahaye J.-P. (1994) *Information, complexité et hasard*, Paris, Hermès.
- Delmas-Marty M. (2004-2011) *Les forces imaginantes du droit*, Paris, Le Seuil.
- Eberwein W. and P. Saurel (1995) *The dynamics of collective behavior: modeling mass mobilization in the GDR, Panel Formal Theory at the Second Pan-European Conference in International Relations*, Paris, Fondation Nationale des Sciences Politiques.
- Farmer J.-D. (1990) "A rosetta stone for connectionism", *Physica D*, 1990, vol. 42, p 153-187.
- Kuhn T.-S. (1982) *Commensurability, communicability, comparability*, 1982 (repris dans *The road since structure: philosophical essays 1970-1993*, Chicago, University of Chicago Press, 2000).
- Lemoigne J.-L. (1999) « Complexité », Article du *Dictionnaire d'histoire et de philosophie des sciences*, Lemoigne éd., Paris, Presses Universitaires de France.
- Saurel P. (1998) *Nécessité des modèles en sciences cognitives : de la modélisation à la mise en parangon*, Thèse EHESS, 1998.
- Wiener N. (1950) *The human use of human beings*, Boston, Houghton Mifflin, 1950.
- Wolfram S. (1994) *Cellular automata and complexity*, Collected papers, Addison-Wesley.

7.4 ANNEXE D : Hiérarchies, hétérarchies et données personnelles II

Saurel, Rousseaux et Danger 2014 ISMIR

**ON THE CHANGING REGULATIONS OF PRIVACY
AND PERSONAL INFORMATION IN MIR**

ON THE CHANGING REGULATIONS OF PRIVACY AND PERSONAL INFORMATION IN MIR

Pierre Saurel
Université Paris-Sorbonne
pierre.saurel@paris-sorbonne.fr

Francis Rousseaux
IRCAM
francis.rousseau@ircam.fr

Marc Danger
ADAMI
mdanger@adami.fr

ABSTRACT

In recent years, MIR research has continued to focus more and more on user feedback, human subjects data, and other forms of personal information. Concurrently, the European Union has adopted new, stringent regulations to take effect in the coming years regarding how such information can be collected, stored and manipulated, with equally strict penalties for being found in violation of the law.

Here, we provide a summary of these changes, consider how they relate to our data sources and research practices, and identify promising methodologies that may serve researchers well, both in order to be in compliance with the law and conduct more subject-friendly research. We additionally provide a case study of how such changes might affect a recent human subjects project on the topic of style, and conclude with a few recommendations for the near future.

This paper is not intended to be legal advice: our personal legal interpretations are strictly mentioned for illustration purpose, and reader should seek proper legal counsel.

1. INTRODUCTION

The International Society for Music Information Retrieval addresses a wide range of scientific, technical and social challenges, dealing with processing, searching, organizing and accessing music-related data and digital sounds through many aspects, considering real scale use-cases and designing innovative applications, exceeding its academic-only initiatory aims.

Some recent Music Information Retrieval tools and algorithms aim to attribute authorship and to characterize the structure of style, to reproduce the user's style and to manipulate one's style as a content [8], [1]. They deal for instance with active listening, authoring or personalised reflexive feedback. These tools will allow identification of users in the big data: authors, listeners, performers.

As the emerging MIR scientific community leads to industrial applications of interest to the international business (start-up, Majors, content providers, platforms) and to experimentations involving many users in living

labs (for MIR teaching, for multicultural emotion comparisons, or for MIR user requirement purposes) the identification of legal issues becomes essential or strategic.

Legal issues related to copyright and Intellectual Property have already been identified and expressed into Digital Rights Management by the MIR community [2], [7], when those related to security, business models and right to access have been expressed by Information Access [4], [11]. Privacy is another important legal issue. To address it properly one needs first to classify the personal data and processes. A naive classification appears when you quickly look at the kind of personal data MIR deals with:

- User's comments, evaluation, annotation and music recommendations are obvious personal data as long as they are published under their name or pseudo;
- Addresses allowing identification of a device or an instrument and Media Access Control addresses are linked to personal data;
- Any information allowing identification of a natural person, as some MIR processes do, shall be qualified as personal data and processing of personal data.

But the legal professionals do not unanimously approve this classification. For instance the Court of Appeal in Paris judged in two decisions (2007/04/27 and 2007/05/15) that the Internet Protocol address is not a personal data.

2. WHAT ARE PROCESSES OF PERSONAL DATA AND HOW THEY ARE REGULATED

A careful consideration of the applicable law of personal data is necessary to elaborate a proper classification of MIR personal data processes taking the different international regulations into account.

2.1 Europe vs. United States: two legal approaches

Europe regulates data protection through one of the highest State Regulations in the world [3], [9] when the United States lets contractors organize data protection through agreements supported by consideration and entered into voluntarily by the parties. These two approaches are deeply divergent. United States lets companies specify their own rules with their consumers while Europe enforces a unique regulated framework on all companies providing services to European citizens. For instance any company in the United States can define how long they keep the personal data, when the regulations in Europe would specify a maximum length of time the personal



data is to be stored. And this applies to any company offering the same service.

A prohibition is at the heart of the European Commission's Directive on Data Protection (95/46/CE – The Directive) [3]. The transfer of personal data to non-European Union countries that do not meet the European Union adequacy standard for privacy protection is strictly forbidden [3, article 25]¹. The divergent legal approaches and this prohibition alone would outlaw the proposal by American companies of many of their IT services to European citizens. In response the U.S. Department of Commerce and the European Commission developed the Safe Harbor Framework (SHF) [6], [14]. Any non-European organization is free to self-certify with the SHF and join.

A new Proposal for a Regulation on the protection of individuals with regard to the processing of personal data was adopted the 12 March 2014 by the European Parliament [9]. The Directive allows adjustments from one European country to another and therefore diversity of implementation in Europe when the regulation is directly enforceable and should therefore be implemented directly and in the same way in all countries of the European Union. This regulation should apply in 2016. This regulation enhances data protection and sanctions to anyone who does not comply with the obligations laid down in the Regulation. For instance [9, article 79] the supervisory authority will impose, as a possible sanction, a fine of up to one hundred million Euros or up to 5% of the annual worldwide turnover in case of an enterprise.

2.2 Data protection applies to any information concerning an identifiable natural person

Until French law applied the 95/46/CE European Directive, personal data was only defined considering sets of data containing the name of a natural person. This definition has been extended; the 95/46/CE European Directive (ED) defines 'personal data' [3, article 2] as: "*any information relating to an identified or identifiable natural person ('data subject'); an identifiable person is one who can be identified, directly or indirectly, in particular by reference to an identification number or to one or more factors specific to his physical, physiological, mental, economic, cultural or social identity*".

For instance the identification of an author through the structure of his style as depending on his mental, cultural or social identity is a process that must comply with the European data privacy principles.

2.3 Safe Harbor is the Framework ISMIR affiliates need not to pay a fine up to hundreds million Euros

¹ Argentina, Australia, Canada, State of Israel, New Zealand, United States – Transfer of Air Passenger Name Record (PNR) Data, United States – Safe Harbor, Eastern Republic of Uruguay are, to date, the only non-European third countries ensuring an adequate level of protection: http://ec.europa.eu/justice/data-protection/document/international-transfers/adequacy/index_en.htm

Complying with Safe Harbor is the easiest way for an organization using MIR processing to fulfill the high level European standard about personal data, to operate worldwide and to avoid prosecution regarding personal data. As explained below any non-European organization may enter the US – EU SHF's requirement and publicly declare that they do so. In that case the organization must develop a data privacy policy that conforms to the seven Safe Harbor Principles (SHP) [14].

First of all organizations must identify personal data and personal data processes. Then they apply the SHP to these data and processes. By joining the SHF, organizations must implement procedures and modify their own information system whether paper or electronic.

Organizations must notify (P1) individuals about the purposes for which they collect and use information about them, to whom the information can be disclosed and the choices and means offered for limiting its disclosure. Organizations must explain how they can be contacted with any complaints. Individuals should have the choice (P2) (opt out) whether their personal information is disclosed or not to a third party. In case of sensitive information explicit choice (opt in) must be given. A transfer to a third party (P3) is only possible if the individual made a choice and if the third party subscribed to the SHP or was subject to any adequacy finding regarding to the ED. Individuals must have access (P4) to personal information about them and be able to correct, amend or delete this information. Organizations must take reasonable precautions (P5) to prevent loss, misuse, disclosure, alteration or destruction of the personal information. Personal information collected must be relevant (P6: data integrity) for the purpose for which it is to be used. Sanctions (P7 enforcement) ensure compliance by the organization. There must be a procedure for verifying the implementation of the SHP and the obligation to remedy problems arising out of a failure to comply with the SHP.

3. CLASSIFICATION FOR MIR PERSONAL DATA PROCESSING

Considering the legal definition of personal data we can now propose a less naive classification of MIR processes and data into three sets: (i) nominative data, (ii) data leading to an easy identification of a natural person and (iii) data leading indirectly to the identification of a natural person through a complex process.

3.1 Nominative data and data leading easily to the identification of a natural person

The first set of processes deals with all the situations giving the name of a natural person directly. The second set deals with the cases of a direct or an indirect identification easily done for instance through devices.

In these two sets we find that the most obvious set of data concerns the "Personal Music Libraries" and "recommendations". Looking at the topics that characterize

ISMIR papers from year 2000 to 2013, we find more than 30 papers and posters dealing with those topics as their main topic. Can one recommend music to a user or analyze their personal library without tackling privacy?

3.2 Data leading to the identification of a natural person through a complex process

The third set of personal data deals with cases when a natural person is indirectly identifiable using a complex process, like some of the MIR processes.

Can one work on “Classification” or “Learning”, producing 130 publications (accepted contributions at ISMIR from year 2000 to year 2013) without considering users throughout their tastes or style? The processes used under these headings belong for the most part to this third set. Looking directly at the data without any sophisticated tool does not allow any identification of the natural person. On the contrary, using some MIR algorithms or machine learning can lead to indirect identifications [12].

Most of the time these non-linear methods use inputs to build new data which are outputs or data stored inside the algorithm, like weights for instance in a neural net.

3.3 The legal criteria of the costs and the amount of time required for identification

This third set of personal data is not as homogeneous as it seems to be at first glance. Can we compare sets of data that lead to an identification of a natural person through a complex process?

The European Proposal for a Regulation specifies the concept of “identifiability”. It tries to define legal criteria to decide if an identifiable set of data is or is not personal data. It considers the identification process [9, recital 23] as a relative one depending on the means used for that identification: *“To determine whether a person is identifiable, account should be taken of all the means reasonably likely to be used either by the controller or by any other person to identify or single out the individual directly or indirectly. To ascertain whether means are reasonably likely to be used to identify the individual, account should be taken of all objective factors, such as the costs of and the amount of time required for identification, taking into consideration both available technology at the time of the processing and technological development.”*

But under what criteria should we, as MIR practitioners, specify when a set of data allows an easy identification and belongs to the second set or, on the contrary, is too complex or reaches a too uncertain identification so that we would not legally say that these are personal data? To answer these questions, we must be able to compare MIR processes with new criteria.

4. MANAGING THE TWO FIRST SETS

On an example chosen to be problematic (but increasingly common in the industry), we show how to manage per-

sonal data in case of a simple direct or indirect identification process.

4.1 Trends in terms of use and innovative technology

Databases of personal data are no more clearly identified. We can view the situation as combining five aspects, which lead to new scientific problems concerning MIR personal data processing.

Data Sources Explosion. The number of databases for retrieving information is growing dramatically. Applications are also data sources. Spotify for instance provides a live flow of music consumption information from millions of users. Data from billions of sensors will soon be added. This profusion of data does not mean quality. Accessible does not mean legal or acceptable for a user. Those considerations are essential to build reliable and sustainable systems.

Crossing & Reconciling Data. Data sources are no longer isolated islands. Once the user can be identified (cookie, email, customer id), it is possible to match, aggregate and remix data that was previously isolated.

Time Dimension. The web has a good memory that humans are generally not familiar with. Data can be public one day and be considered as very private 3 years later. Many users forget they posted a picture after a student party. And the picture has the misfortune to crop up again when you apply for a job. And it is not only a question of human memory: Minute traces collected one day can be exploited later and provide real information.

Permanent Changes. The general instability of the data sources, technical formats and flows, applications and use is another strong characteristic of the situation. The impact on personal data is very likely. If the architecture of the systems changes a lot and frequently, the social norms also change. Users today publicly share information that they would have considered totally private a few years earlier. And the opposite could be the case.

User Understandability and Control. Because of the complexity of changing systems and complex interactions users will less and less control over their information. This lack of control is caused by the characteristics of the systems and by the mistakes and the misunderstandings of human users. The affair of the private Facebook messages appearing suddenly on timeline (Sept. 2012) is significant. Facebook indicates that there was no bug. Those messages were old wall posts that are now more visible with the new interface. This is a combination of bad user understanding and fast moving systems.

4.2 The case of an Apache Hadoop File System (AHFS) on which some machine learning is applied

Everyone produces data and personal data without being always aware that they provide data revealing their identification. When a user tags / rates musical items [13], he gives personal information. If a music recommender ex-

exploits this user data without integrating privacy concepts, he faces legal issues and strong discontent from the users.

The data volume has increased faster than “Moore’s law”: This is what is meant by “Big Data”. New data is generally unstructured and traditional database systems such as Relational Database Management Systems cannot handle the volume of data produced by users & machines & sensors. This challenge was the main drive for Google to define a new technology: the Apache Hadoop File System (AHFS). Within this framework, data and computational activities are distributed on a very large number of servers. Data is not loaded for computation, nor the results stored. Here, the algorithm is close to the data. This situation leads to the epistemological problem of separability into the field of MIR personal data processing: are all MIR algorithms (and for instance the authorship attribution algorithms) separable into data and processes? An answer to this question is required for any algorithm to be able to identify the set of personal data it deals with.

Now, let us consider a machine learning classifier/recommender trained on user data. In this sense, the algorithm is inseparable from the data it uses to function. And, if the machine is internalizing identifiable information from a set of users in a certain state (let say EU), it is then in violation to share the resulting function in a non-adequate country (let say Brazil) the EU if it was trained in, say, the US.

4.3 Analyzing the multinational AHFS case

Regarding to the European regulation rules [3, art. 25], you may not transfer personal data collected in Europe to a non-adequate State (*see* list of adequate countries above). If you build a multinational AHFS system, you may collect data in Europe and in US depending on the way you localized the AHFS servers. The European data may not be transferred to Brazil. Even the classifier would not legally be used in Brazil as long as it internalizes some identifiable European personal information.

In practice one should then localize the AHFS files and machine-learning processes to make sure no identifiable data will be transferred from one country with a specific regulation to another with another regulation about personal data. We call these systems “heterarchical” due to the blended situation of a hierarchical system (the global AHFS management) and the need of a heterogeneous local regulation.

To manage properly the global AHFS system we need a first analysis of the system dispatching the different files on the right legal places. Privacy by Design (PbD) is a useful methodology to do so.

4.4 Foundations Principals of Privacy by Design

PbD was first developed by Ontario’s Information and Privacy Commissioner, Dr. Ann Cavoukian, in the 1990s, at the very birth of the future big data phenomenon. This

solution has gained widespread international recognition, and was recently recognized as a global privacy standard.

According to its Canadian inventor¹, is PbD based on seven Foundation Principles (FP): PbD “*is an approach to protect privacy by embedding it into the design specifications of technologies, business practices, and physical infrastructures. That means building in privacy up front – right into the design specifications and architecture of new systems and processes. PbD is predicated on the idea that, at the outset, technology is inherently neutral. As much as it can be used to chip away at privacy, it can also be enlisted to protect privacy. The same is true of processes and physical infrastructure*”:

- Proactive not Reactive (FP1): the PbD approach is based on proactive measures anticipating and preventing privacy invasive events before they occur;
- Privacy as the Default Setting (FP2): the default rules seek to deliver the maximum degree of privacy;
- Privacy embedded into Design (FP3): Privacy is embedded into the architecture of IT systems and business practices;
- Full Functionality – Positive Sum, not Zero-Sum (FP4): PbD seeks to accommodate all legitimate interests and objectives (security, etc.) in a “win-win” manner;
- End-to-End Security – Full Lifecycle Protection (FP5): security measures are essential to privacy, from start to finish;
- Visibility and Transparency — Keep it Open (FP6): PbD is subject to independent verification. Its component parts and operations remain visible and transparent, to users and providers alike;
- Respect for User Privacy — Keep it User-Centric (FP7): PbD requires architects and operators to keep the interests of the individual uppermost.

At the time of digital data exchange through networks, PbD is a key-concept in legacy [10]. In Europe, where this domain has been directly inspired by the Canadian experience, the EU² affirms: “*PbD means that privacy and data protection are embedded throughout the entire life cycle of technologies, from the early design stage to their deployment, use and ultimate disposal*”.

4.5 Prospects for a MIR Privacy by Design

PbD is a reference for designing systems and processing involving personal data, enforced by the new European proposal for a Regulation [9, art. 23]. It becomes a method for these designs whereby it includes signal analysis methods and may interest MIR developers.

This proposal leads to new questions, such as the following: Is PbD a universal methodological solution about personal data for all MIR projects? Most of ISMIR contributions are still research oriented which doesn’t mean

¹ <http://www.ipc.on.ca/images/Resources/7foundationalprinciples.pdf>

² “Safeguarding Privacy in a Connected World – A European Data Protection Framework for the 21st Century” COM (2012) 9 final.

that they fulfill the two specific exceptions [9, art. 83]¹. To say more about that intersection, we need to survey the ISMIR scientific production, throughout the main FPs. FP6 (transparency) and FP7 (user-centric) are usually respected among the MIR community as source code and processing are often (i) delivered under GNU like licensing allowing audit and traceability (ii) user-friendly. However, as long as PbD is not embedded, FP3 cannot be fulfilled and accordingly FP2 (default setting), FP5 (end-to-end), FP4 (full functionality) and FP1 (proactive) cannot be fulfilled even. Without any PbD embedded into Design, there are no default settings (FP2), you cannot follow an end-to-end approach (FP5), you cannot define full functionality regarding to personal data (FP4) nor be proactive. Principle of pro-activity (FP1) is the key. Fulfilling FP1 you define the default settings (FP2), be fully functional (FP4) and define an end-to-end process (FP5).

In brief is PbD useful to MIR developers even if it is not the definitive martingale!

5. EXPLORING THE THIRD SET

“Identifiability” is the potentiality of a set of data to lead to the identification of its source. A set of data should be qualified as being personal data if the cost and the amount of time required for identification are reasonable. These new criteria are a step forward since the qualification is not an absolute one anymore and depends specifically on the state of the art.

5.1 Available technology and technological development to take into account at this present moment

Changes in Information Technology lead to a shift in the approach of data management: from computational to data exploration. The main question is “What to look for?” Many companies build new tools to “make the data speak”. This is the case considering the trend of personalized marketing. Engineers using big data build systems that produce new personal dataflow.

Is it possible to stabilize these changes through standardization of metadata? Is it possible to develop a standardization of metadata which could ease the classification of MIR processing of personal data into identifying and non-identifying processes.

Many of the MIR methods are stochastic, probabilistic or designed to cost and more generally non-deterministic. On the contrary the European legal criteria [9, recital 23] (see above § 3.3) to decide whether a data is personal or not (the third set) seem to be much to deterministic to fit the effective new practices about machine learning on personal data.

This situation leads to a new scientific problem: Is there an absolute criterion about the identifiability of personal data extracted from a set of data with a MIR process? What characterizes a maximal subset from the big data that could not ever be computed by any Turing machine to identify a natural person with any algorithm?

5.2 What about the foundational separation in computer science between data and process?

Computer science is based on a strict separation between data and process (dual as these two categories are interchangeable at any time; data can be activated as a process and a process can be treated as a data).

We may wonder about the possibility of maintaining the data/process separation paradigm if i) the data stick to the process and ii) the legal regulation leads to a location of the data in the legal system in which those data were produced.

6. CONCLUSION

6.1 When some process lead to direct or indirect personal data identification

Methodological Recommendations. MIR researchers could first audit their algorithm and data, and check if they are able to identify a natural person (two first sets of our classification). If so they could use the SHF which could already be an industrial challenge for instance regarding Cyber Security (P5). Using the PbD methodology certainly leads to operational solutions in these situations.

6.2 When some process may lead to indirect personal data identification through some complex process

In many circumstances, the MIR community develops new personal data on the fly, using the whole available range of data analysis and data building algorithm. Then researchers could apply the PbD methodology, to insure that no personal data is lost during the system design.

Here PbD is not a universal solution because the time when data (on the one hand) and processing (on the other hand) were functionally independent, formally and semantically separated, has ended. Nowadays, MIR researchers currently use algorithms that support effective decision, supervised or not, without introducing ‘pure’ data or ‘pure’ processing, but building up acceptable solutions together with machine learning [5] or heuristic knowledge that cannot be reduced to data or processing: The third set of personal data may appear, and raise theoretical scientific problems.

Political Opportunities. The MIR community has a political role to play in the data privacy domain, by explaining to lawyers —joining expert groups in the US, UE or elsewhere— what we are doing and how we overlap with the tradition in style description, turning it into a computed style genetic, which radically questions the analysis of data privacy traditions, cultures and tools.

¹ (i) these processing cannot be fulfilled otherwise and (ii) data permitting the identification are kept separately from the other information, or when the bodies conducting these data respect three conditions: (i) consent of the data subject, (ii) publication of personal data is necessary and (iii) data are made public

Future Scientific Works. In addition to methodological and political ones, we face purely scientific challenges, which constitute our research program for future works. Under what criteria should we, as MIR practitioners, specify when a set of data allows an easy identification and belongs to the second set or on the contrary is too complex or allows a too uncertain identification so that we would say that these are not personal data? What characterizes a maximal subset from the big data that could not ever be computed by any Turing machine to identify a natural person with any algorithm?

7. REFERENCES

- [1] S. Argamon, K. Burns, S. Dubnov (Eds): *The Structure of Style*, Springer-Verlag, 2010.
- [2] C. Barlas: "Beating Babel - Identification, Metadata and Rights", Invited Talk, *Proceedings of the International Symposium on Music Information Retrieval*, 2002.
- [3] Directive (95/46/EC) of 24 October 1995 *Official Journal L 281, 23/11/1995 P. 0031 - 0050*: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:31995L0046:en:HTML>
- [4] J.S. Downie, J. Futrelle, D. Tchong: "The International Music Information Retrieval Systems Evaluation Laboratory: Governance, Access and Security", *Proceedings of the International Symposium on Music Information Retrieval*, 2004.
- [5] A. Gkoulalas-Divanis, Y. Saygin, Vassilios S. Verykios: "Special Issue on Privacy and Security Issues in Data Mining and Machine Learning", *Transactions on Data Privacy*, Vol. 4, Issue 3, pp. 127-187, December 2011.
- [6] D. Greer: "Safe Harbor - A Framework that Works", *International Data Privacy Law*, Vol.1, Issue 3, pp. 143-148, 2011.
- [7] M. Levering: "Intellectual Property Rights in Musical Works: Overview, Digital Library Issues and Related Initiatives", Invited Talk, *Proceedings of the International Symposium on Music Information Retrieval*, 2000.
- [8] F. Pachet, P. Roy: "Hit Song Science is Not Yet a Science", *Proceedings of the International Symposium on Music Information Retrieval*, 2008.
- [9] Proposal for a Regulation on the protection of individuals with regard to the processing of personal data was adopted the 12 March 2014 by the European Parliament:
<http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?type=TA&reference=P7-TA-2014-0212&language=EN>
- [10] V. Reding: "The European Data Protection Framework for the Twenty-first century", *International Data Privacy Law*, volume 2, issue 3, pp.119-129, 2012.
- [11] A. Seeger: "I Found It, How Can I Use It? - Dealing With the Ethical and Legal Constraints of Information Access", *Proceedings of the International Symposium on Music Information Retrieval*, 2003.
- [12] A.B. Slavkovic, A. Smith: "Special Issue on Statistical and Learning-Theoretic Challenges in Data Privacy", *Journal of Privacy and Confidentiality*, Vol. 4, Issue 1, pp. 1-243, 2012.
- [13] P. Symeonidis, M. Ruxanda, A. Nanopoulos, Y. Manolopoulos: "Ternary Semantic Analysis of Social Tags for Personalized Music Recommendation", *Proceedings of the International Symposium on Music Information Retrieval*, 2008.
- [14] U.S. – EU Safe Harbor:
http://www.export.gov/safeharbor/eu/eg_main_018365.asp