



*Laboratoire d'Analyse et Modélisation de Systèmes pour
l'Aide à la Décision
UMR 7243*

LAMSADE

Projet Scientifique - Evaluation
Vague D



www.cnrs.fr

Université Paris-Dauphine

Laboratoire LAMSADE

UMR 7243

Projet scientifique
Évaluation vague D

<http://www.lamsade.dauphine.fr/>

Table des matières

II	Projet scientifique (du 01/01/2014 au 31/12/2018)	5
1	Projet du LAMSADE : présentation générale	7
1.1	Caractérisation de la recherche	8
1.2	Organisation	9
1.3	Analyse et Perspectives	9
1.3.1	Analyse SWOT	10
1.3.2	Perspectives	11
1.4	Mise en œuvre	13
1.5	Conclusions	14
1.6	Conclusions	14
2	Projet du Pôle Aide à la décision	17
2.1	Modélisation des préférences et aide multicritère à la décision	18
2.2	Optimisation combinatoire multicritère	18
2.3	Robustesse en aide à la décision	19
2.4	Aide à la décision et systèmes d'information	19
2.4.1	Processus d'aide à la décision et pratique de l'aide à la décision	19
2.4.2	Étudier l'importance de la commensurabilité des schémas d'interprétation pour l'aide à la décision collective	19
2.4.3	Analyser l'importance de la prise en compte des connaissances dans l'évaluation des SICOs	20
2.4.4	Évaluer l'influence des réseaux sociaux sur la qualité des SICOs	20
2.4.5	Formaliser les modèles empiriques existants	20
2.5	Agents intelligents pour la décision et le raisonnement	20
2.5.1	Décision automatisée dans de grands espaces d'états	20
2.5.2	Modèles d'interaction	20
2.5.3	Décision collective	21
3	Projet du Pôle Optimisation, algorithmique, données	23
3.1	AGaPe	24
3.2	Programmation Mathématique et Structures Discrettes (MATHIS)	25
3.3	Management de la production, de biens et services	27
3.4	Algorithmique pour les masses de données	27

Deuxième partie

**Projet scientifique
(du 01/01/2014 au 31/12/2018)**

Chapitre 1

Projet du LAMSADE : présentation générale

Sommaire

1.1	Caractérisation de la recherche	8
1.2	Organisation	9
1.3	Analyse et Perspectives	9
1.3.1	Analyse SWOT	10
1.3.2	Perspectives	11
1.4	Mise en œuvre	13
1.5	Conclusions	14
1.6	Conclusions	14

1.1 Caractérisation de la recherche

La recherche menée au sein du LAMSADE a un caractère essentiellement de nature fondamentale. La vocation du laboratoire est de contribuer à la mise en place d'une méthodologie générale d'Aide à la Décision qui prend en considération des aspects axiomatique, algorithmique, de manipulation de données, d'autonomie, d'insertion dans des contextes organisationnels. En d'autres termes, notre objectif est de contribuer à créer une méthodologie qui permet :

- aux "décideurs" de mettre en place des processus de décision plus satisfaisants,
- aux "analystes de la décision" de mettre en place des processus d'aide à la décision plus performants,
- à la "société" d'avoir des réponses pertinentes aux multiples problèmes qui se posent (du quotidien aux stratégies).

Dans cette perspective, le LAMSADE s'intéresse à des problèmes scientifiques de nature fondamentale en Mathématique Discrète, en Théorie des Graphes, en Théorie du Mesurage, en Logique et Représentation du Raisonnement, en Algorithmique et en Combinatoire. Ces problèmes fondamentaux sont abordés dans le cadre de la Modélisation des Préférences, l'Analyse des Données, les Bases des Données, le Choix Social, les Systèmes Multi-Agents, la Simulation, l'Optimisation Combinatoire, la Programmation Mathématique, l'Ordonnancement, l'Argumentation etc... De nombreuses collaborations internes sont à mentionner créant des synergies originales entre ses membres et donnant lieu à de nouveaux projets comme : l'utilisation de la théorie des graphes comme formalisme de base pour plusieurs problèmes de nature algorithmique, l'analyse de complexité algorithmique pour l'étude du Choix Social Computationnel, la programmation mathématique orientée à la conception des services web...

De plus, l'aide à la décision étant une activité motivée par des problèmes socio-économiques réels, le LAMSADE s'intéresse également aux pratiques de l'aide à la décision, à la dimension organisationnelle de l'aide à la décision et aux supports logiciels. Enfin, si le LAMSADE n'a pas vocation à se spécialiser dans un domaine précis d'application des méthodologies qu'il développe, il s'intéresse également à l'expérimentation, la validation et l'insertion de sa recherche dans le monde réel à travers des études appliquées dans des domaines assez variés comme :

- la gestion de réseaux de communication ;
- la gestion de ressources naturelles ;
- la gestion de la production et la logistique industrielle ;
- les systèmes d'information dans les organisations ;
- la sécurité et/ou le risque industriel ;
- la conception, la mise en œuvre et l'évaluation des politiques publiques.

De ce point de vue, la recherche menée au sein du LAMSADE s'adresse à la fois à la communauté des Sciences et Technologies de la Décision pour les aspects de recherche fondamentale, mais aussi à la société dans son ensemble pour les aspects de recherche finalisée.

1.2 Organisation

Le LAMSADE est un laboratoire “thématique” et non pas un laboratoire d’informatique généraliste. Ceci est conforme à l’identité de l’Université Paris Dauphine comme Université “thématique” en Sciences de la Décision et de l’Organisation. En conséquence, la structure classique des grands laboratoires du type “fédération d’équipes” s’adapte mal au LAMSADE. Nous nous sommes donc orientés vers une structure qui devrait permettre de donner au laboratoire une dynamique scientifique pérenne.

Le LAMSADE, depuis l’évaluation précédente, est organisé en 2 pôles, qui sont des structures d’animation et de décentralisation. À partir de Janvier 2012, le laboratoire a décidé d’accroître l’autonomie d’animation et de gestion des pôles (en particulier en attribuant à chacun d’eux un budget conséquent). L’objectif est d’inciter les pôles à prendre des initiatives plus importantes dans l’animation de la recherche et, dans la mise en place de démarches participatives et collaboratives.

Chaque pôle décline ses activités de recherche en un ensemble de projets de longue durée. Les projets n’ont pas vocation à fédérer des équipes, mais à mutualiser des ressources et des moyens autour d’une interrogation scientifique fondamentale. Un projet peut donc intégrer des membres des deux pôles.

Le Conseil du laboratoire a également commencé, depuis Janvier 2012, à mettre en place des règles de partage des moyens et des ressources rares :

- le recrutement d’enseignants-chercheurs : après avoir dressé une cartographie des besoins en terme de formation, et face aux nombreux départs à la retraite lors des quatre prochaines années, le conseil (conjointement avec la CCR) doit établir un plan pluriannuel de recrutement ;
- les contrats doctoraux financés par le MESR : après avoir analysé la situation actuelle et évalué les différents modes opératoires, le conseil a adopté une procédure devant permettre de répartir avec plus d’équité les contrats doctoraux entre les projets ;
- la dotation de base du laboratoire : les missions des Jeunes Chercheurs (Doctorants, ATER et jeunes recrutés) sont pris en charge par un budget Jeunes Chercheurs, les pôles bénéficient également d’une enveloppe budgétaire, le budget commun du laboratoire permet alors de financer le matériel, les frais généraux... et des projets pluriannuels ;
- les mois de financement pour les professeurs invités : quelques règles simples de partage ont été mises en place (priorité aux nouveaux professeurs invités, meilleure équité entre les projets...).

1.3 Analyse et Perspectives

Au moment où a été ouverte la discussion pour le renouvellement de la direction du laboratoire, l’actuelle équipe de direction écrivait (Novembre 2010) :

- Le LAMSADE est un petit laboratoire de recherche du point de vue quantitatif, mais un bon laboratoire de recherche, au moins sur la base des indices habituels de production et visibilité scientifique.
- Le LAMSADE a un positionnement clair comme laboratoire thématique dans le domaine des “Sciences et Technologies de la Décision”, domaine de grande

actualité aujourd'hui, mais de niche comparé aux domaines traditionnels de l'Informatique (champ disciplinaire institutionnel de référence du LAMSADE à la fois vis-à-vis du CNRS, du CNU et de l'Université).

- La taille actuelle du LAMSADE ne le met pas à l'abri de l'actuelle tendance à la "grandeur". Son rôle au sein de l'Université Paris Dauphine dépend fortement de l'attractivité des formations en Informatique qu'il faut maintenir.
- Les défis scientifiques et technologiques du domaine de la "Décision" sont énormes et la demande de recherche et de formation est en augmentation partout dans le monde.

D'autre part, même si la recherche du LAMSADE a un caractère essentiellement fondamental, nous pouvons identifier un certain nombre de défis sociétaux majeurs qui impliquent la thématique de la Décision :

- la demande croissante d'accompagner la conception, la mise en oeuvre et l'évaluation des politiques publiques de manière rigoureuse et participative (nos sociétés demandent d'avantage une aide pour guider les processus de transformation plutôt que d'être guidé par les seuls intérêts marchands) ;
- la nécessité d'imaginer des nouvelles formes de coopération entre acteurs privés et publiques de la société pour faire face à des défis qui demandent des ressources qu'aucun acteur ne possède lui seul (changement climatique, énergie, ressources naturelles, environnement, exclusion sociale) ce qui comporte la mise en oeuvre de processus de décision et de concertation inédites ;
- la demande d'aider la conduite de systèmes complexes, de systèmes de production, de transport, de mobilité, mais aussi des réseaux, des territoires (réels ou virtuels) et des communautés de manière à garantir à la fois leur efficacité, mais aussi leur qualité ;
- la demande d'imaginer des nouvelles "villes", à la fois dans leur forme territoriale, mais aussi dans leur forme de lieu de co-participation, de vie et de culture collective, à travers la conception de nouveaux services, mais aussi de nouvelles formes de citoyenneté et donc d'inclusion sociale.

1.3.1 Analyse SWOT

Sur la base de cette première analyse, nous avons proposé dans la partie Auto-évaluation du Rapport Scientifique une analyse SWOT :

- **Forces.** La force principale du laboratoire est son excellence scientifique et son rayonnement international. Dans le domaine de l'Aide à la Décision (vue comme une méthodologie scientifique) et de la Recherche Opérationnelle, la reconnaissance internationale du LAMSADE est remarquable. Ceci s'explique en partie par l'originalité de la démarche scientifique développée au LAMSADE, qui dépasse le simple cadre de conception de méthodes d'aide à la décision pour proposer une méthodologie générale. Les forces du LAMSADE proviennent également de l'équipe d'administration efficace, soudée et très disponible et, de l'organisation de la recherche fondamentale du laboratoire autour de projets à long terme qui permettent aux membres du laboratoire de collaborer.
- **Faiblesses.** La faiblesse principale du laboratoire est la progressive diminution de sa capacité à assurer les enseignements en Informatique à l'Université Paris

Dauphine. À moyen terme, il s'agit d'un risque assez important de perte de qualité et d'attractivité pour les formations en Informatique de l'Université, avec comme conséquence la potentielle mise en discussion de l'Informatique comme discipline au sein de l'établissement. Un autre aspect de faiblesse est la faible capacité d'encadrement doctoral du laboratoire aujourd'hui, qui se manifeste par ailleurs par une diminution (faible, mais néanmoins non négligeable) du nombre des thèses.

- **Opportunités.** Une première opportunité est certainement représentée par la création de l'IDEX PSL★. Potentiellement, il s'agit d'une ouverture importante pour créer des synergies interdisciplinaires intéressant le LAMSADE. Une autre opportunité est liée à la croissance forte des besoins, émanant des acteurs socio-économiques, "d'Informatique Décisionnelle" et/ou de "Analytics". Les années à venir seront caractérisées par l'affirmation des Sciences et Technologies de la Décision comme un domaine clé du développement économique. Ceci positionne le LAMSADE comme un acteur majeur de ces défis scientifiques et technologiques.
- **Menaces.** Si PSL★ représente une opportunité, il constitue également une menace potentielle. En effet, le laboratoire peut avoir des difficultés à affirmer son identité dans la structure PSL★. Une deuxième menace est représentée par le contexte économique et les potentielles restrictions budgétaires qu'il pourrait engendrer. Pour finir, nous constatons que de nouveaux laboratoires de recherche (autour des thématiques similaires à celles du LAMSADE) émergent un peu partout dans le monde. En conséquence, l'intensification de la concurrence pourrait fragiliser la pérennité du laboratoire (essentiellement en terme d'attractivité des jeunes chercheurs).

1.3.2 Perspectives

De l'analyse proposée dans la section précédente, nous pouvons identifier les objectifs à long terme du laboratoire.

1. Le LAMSADE doit devenir un centre d'attraction mondiale dans le domaine des Science et Technologies de la Décision. Dans ce domaine, il faut faire cohabiter plusieurs champs de recherche : la Recherche Opérationnelle, la Théorie de la Décision, l'Intelligence Artificielle, l'Analyse des données, la Fouille de Données, les Bases des données, l'Apprentissage, les Systèmes d'Information, les Sciences Cognitives, de manière à pouvoir répondre à deux enjeux majeurs de notre société :
 - comment mieux décider ?
 - comment aider à mieux décider ?
2. Le LAMSADE doit renforcer son caractère unique et sa spécificité, convaincu de l'importance et l'envergure du domaine des Sciences et Technologies de la Décision.
3. Le LAMSADE doit persévérer dans sa capacité à assurer l'ensemble des formations en Informatique de Dauphine, voire même étendre la présence de l'Informatique dans l'ensemble de l'offre de formation de l'Université.

4. Le LAMSADE doit relever le défi d’augmenter la visibilité et légitimité sociales de ses recherches.

Aujourd’hui, la thématique de la “Décision” fédère plusieurs champs disciplinaires comme l’Informatique, les Sciences Sociales, les Sciences de Gestion et des Organisations. En Informatique, des domaines de recherche comme l’Intelligence Artificielle, les Bases des Données, l’Algorithmique, la Recherche Opérationnelle, trouvent autour du concept de la “Décision” un point focal fécond en défis scientifiques, méthodologiques et technologiques.

De ce point de vue, le LAMSADE se trouve aujourd’hui dans une position privilégiée car il a assumé cette perspective depuis plusieurs années. Sa position comme centre de compétences en “Informatique Décisionnelle” a permis au laboratoire d’acquérir une notoriété internationale, et constitue aujourd’hui une grande opportunité pour l’évolution du laboratoire. Pour cela, la LAMSADE devra :

- interpréter l’Aide à la Décision de manière encore plus large et interdisciplinaire en augmentant le caractère transversal de ses projets de recherche et de ses pôles ;
- construire une légitimité à l’intérieur de Dauphine et de PSL★ à la fois en termes de recherche et d’enseignement ;
- affirmer sa légitimité externe, dans la société Européenne, de la recherche en Aide à la Décision et des Sciences et Technologies de la Décision ;
- savoir maintenir et renforcer son niveau d’excellence et son rayonnement international.

Notre projet d’avenir peut se résumer ainsi : *faire du LAMSADE la référence européenne en Sciences et Technologies de la Décision et, plus particulièrement, en Aide à la Décision et en Optimisation Combinatoire, en développant des méthodologies formelles, des modèles innovants, des solutions algorithmiques originales et des systèmes de gestion de données avancées.* De ce point de vue, les défis scientifiques à relever concernent :

- *l’axiomatique de la décision* et, plus précisément, l’obtention d’un cadre général pour, d’une part, le mesurage et l’apprentissage des préférences et, d’autre part, la rationalité, les structures, les langages et les formalismes de modélisation des préférences (logiques, graphes, algèbres) ;
- *la modélisation et l’algorithmique pour l’optimisation et la décision* et, plus précisément, l’étude théorique, la conception de modèles pertinents, l’élaboration d’algorithmes (exacts ou d’approximation) efficaces et/ou à garantie de performance, d’une part, en optimisation combinatoire et en programmation mathématique et, d’autre part, en théorie des jeux, en choix social, en apprentissage et en fouille des données ;
- *la gestion des données pour l’aide à la décision* et, plus précisément, les systèmes de gestion d’énormes masses de données, Big Data, (issues par exemple des réseaux sociaux et du cloud), de systèmes d’information géographique et, plus généralement, de systèmes d’information décisionnelle basés sur des sources d’information hétérogènes et de qualité variable ;
- *l’autonomie de la décision* et, plus précisément, le transfert de capacité de raisonnement, de partage et d’échange d’information, d’argumentation et d’action à des agents artificiels dans des domaines spécifiques et/ou génériques ;

- *la pratique de l'aide à la décision* et, plus précisément, l'insertion de l'aide à la décision dans des organisations (réelles ou virtuelles), l'aide à la décision dans des domaines spécifiques (logistique, production, santé, environnement), l'analyse de l'information critique et des bonnes pratiques et, la conception d'une méthodologie d'aide à la décision orientée sur la légitimité.

1.4 Mise en œuvre

La réalisation du projet scientifique du LAMSADE passe par les changements suivants.

1. Le LAMSADE doit avoir une vision au moins Européenne de son espace géographique de référence, à la fois, en ce qui concerne son activité de recherche et, les activités d'enseignement dans lesquelles il est impliqué. Cette vision Européenne concerne :
 - le financement de la recherche ;
 - le recrutement de thésards et de post-doc ;
 - le recrutement de chercheurs et d'enseignants-chercheurs ;
 - les filières d'enseignement, notamment au niveau Master ;
 - sa visibilité externe.
2. Le LAMSADE doit redéfinir un mode de fonctionnement et de gestion interne capable de lui permettre de répondre aux défis annoncés. De ce point de vue ni le modèle de direction omnisciente (typique des petits centres de recherche) ni le modèle de coordination d'une fédération d'équipes (typique des très grandes laboratoires) ne sont appropriés pour le LAMSADE.

Sur cette base nous avons identifié un certain nombre de "chantiers futurs" sur lesquels concentrer nos efforts dans les années qui viennent.

- La gestion du LAMSADE. Le laboratoire doit augmenter sa dimension d'espace collectif de travail, de partage d'expériences, de formation et de recherche. Pour cela, il faut :
 - augmenter les occasions de discussion collective et les instances de décision participative ;
 - décentraliser les processus de prise de décision et, plus généralement, de gouvernance du laboratoire à travers une autonomie renforcée des pôles ;
 - améliorer la circulation de l'information au sein du laboratoire ;
 - augmenter l'efficacité de l'équipe d'administration à travers une distribution des tâches claire, visible et coordonnée.
- La formation. Le LAMSADE est le fournisseur principal à Dauphine des ressources humaines dans la formation en Informatique. En conséquence, il est naturellement impliqué dans la conception et la gestion des formations dans ce domaine de l'Université. Le problème de maintenir l'attractivité de ces formations est à l'ordre du jour. Pour cela, il faut faire l'effort de sortir du cadre strictement français pour permettre l'insertion de Dauphine, et de ses formations, dans l'espace Européen de l'enseignement supérieur (espace en croissance). Dès à présent, le LAMSADE pilote la création d'un Master International en Sciences

et Technologies de la Décision : ce nouveau Master a fait l'objet d'une demande de financement Erasmus Mundus, en coopération avec l'Université Rey Juan Carlos de Madrid et l'Université de Coimbra. Notre objectif est de mettre en place cette formation à l'horizon 2014-2015, indépendamment du financement Européen : le dossier d'habilitation des diplômes en Informatique de l'Université Paris-Dauphine, soumis à l'AERES, inclus ce nouveau Master. De plus, la perspective PSL★, nous oblige à un effort de créativité supplémentaire, à la fois, pour proposer des formations disciplinaires attractives et, pour créer des formations interdisciplinaires à la hauteur du défi que PSL★ représente. De ce point de vue, le LAMSADE a déjà proposé la création d'un nouveau Master International en "Peace Studies" en coopération avec l'ENS Ulm. Cette formation qui, évidemment, ne concerne pas que l'Informatique, serait pilotée par le laboratoire et, veut être à la fois une manifestation de notre engagement citoyen et social et, une ouverture interdisciplinaire avec des collègues et des équipes d'origine très variée.

- La coordination de la recherche. La recherche menée au LAMSADE doit être, à la fois, le résultat de projets "individuels" (avec des groupes de petite taille) mais aussi, de partages d'expériences, de résultats et d'interrogations entre chercheurs. En conséquence, il faut privilégier une utilisation des ressources communes pour :
 - aider l'insertion des jeunes chercheurs (doctorants, post-doc, nouveaux recrutés) ;
 - promouvoir des projets transversaux aux thématiques du laboratoire.
 L'organisation régulière (sur base annuelle) des journées de la recherche LAMSADE reste par ailleurs un outil majeur pour la promotion d'une meilleure intégration.
- La visibilité externe. La visibilité du LAMSADE concerne à la fois sa présence institutionnelle et, vis-à-vis du monde externe (étudiants, chercheurs, fournisseurs, clients, partenaires de recherche). Cette visibilité passe par le site web du laboratoire, mais aussi par ses activités d'animation, l'organisation de colloques, la présence dans les instances et les lieux de création et de diffusion de l'information. Il est nécessaire de construire un service et des procédures qui positionnent le LAMSADE au centre des processus de circulation d'information concernant le laboratoire.

1.5 Conclusions

1.6 Conclusions

Le solide positionnement du LAMSADE en termes de production et rayonnement scientifique ne doit pas être un alibi pour se contenter d'une simple gestion quotidienne.

Les défis scientifiques et sociétaux, ainsi que l'évolution permanente du dispositif de la recherche et de l'enseignement, nous obligent à nous remettre constamment en question, à innover et à nous projeter à long terme.

A court terme, le laboratoire n'envisage pas de remettre en question sa structure actuelle, qui est par ailleurs le résultat d'une restructuration assez récente (2010). Ceci dit, la nécessité de mieux faire correspondre les activités de recherche du LAMSADE avec l'enseignement de l'Informatique dans l'Université et, l'apparition de nouvelles thématiques et projets nous obligera, à moyen terme, à réfléchir à une évolution possible de notre organisation. Pour cette raison, nous avons déjà mis en place une ontologie des thèmes de recherche du laboratoire pour mieux comprendre les agrégations spontanées de nos chercheurs et, les nouveaux liens qui peuvent se tisser.

Nous développons dans les deux chapitres suivants, les projets de recherche de chacun des pôles.

Chapitre 2

Projet du Pôle Aide à la décision

Sommaire

2.1	Modélisation des préférences et aide multicritère à la décision .	18
2.2	Optimisation combinatoire multicritère	18
2.3	Robustesse en aide à la décision	19
2.4	Aide à la décision et systèmes d'information	19
2.4.1	Processus d'aide à la décision et pratique de l'aide à la décision	19
2.4.2	Étudier l'importance de la commensurabilité des schémas d'interprétation pour l'aide à la décision collective	19
2.4.3	Analyser l'importance de la prise en compte des connaissances dans l'évaluation des SICOs	20
2.4.4	Évaluer l'influence des réseaux sociaux sur la qualité des SICOs	20
2.4.5	Formaliser les modèles empiriques existants	20
2.5	Agents intelligents pour la décision et le raisonnement	20
2.5.1	Décision automatisée dans de grands espaces d'états	20
2.5.2	Modèles d'interaction	20
2.5.3	Décision collective	21

On décline les perspectives du pôle Aide à la Décision selon les cinq projets de recherche qui le composent.

2.1 Modélisation des préférences et aide multicritère à la décision

Les recherches sur la modélisation des préférences et les méthodes multicritères ont toujours été importantes au sein du LAMSADE. Tout laisse croire qu'il en ira toujours ainsi à court et moyen terme. Les perspectives ouvertes sont nombreuses. Mentionnons par exemple :

- les méthodes d'élicitation des préférences,
- des études expérimentales sur les modèles de préférence,
- la modélisation des dépendances entre critères (utilisant diverses techniques : intégrale de Choquet, intégrale de Sugeno, réseaux GAI, CP-nets),
- l'application des techniques issues du mesurage conjoint à des problèmes nouveaux (intégrale de Choquet, par exemple),
- l'utilisation de logiques non classiques en modélisation des préférences,
- la représentation compacte des préférences et, plus généralement, l'inclusion de préoccupations issue de l'Intelligence Artificielle dans nos travaux (par exemple, les CP-nets ou les réseaux GAI),
- l'application de techniques issue du mesurage conjoint ou de la théorie du choix social à des questions de bibliométrie, vue sous un angle théorique.

Enfin, nous espérons poursuivre et développer nos travaux appliqués. Au delà de notre souhait de répondre à une demande sociale, confronter nos concepts et nos méthodes à des décideurs réels dans des processus de décision complexes a toujours été une composante importante de nos travaux. Les préoccupations récentes liée à la nécessité de conduire une action publique efficace et transparente ne font que renforcer cette conviction.

2.2 Optimisation combinatoire multicritère

Nos objectifs de recherche à court et moyen terme sont les suivants :

- Déterminer théoriquement et pratiquement des approximations de taille réduite, approchant la taille minimale.
- Étudier nos problématiques du point de vue de la complexité paramétrée.
- Étudier d'un point de vue théorique et algorithmique la recherche de solutions efficaces pour des relations partielles plus riches que la relation de dominance classique.
- Développer, pour de nouveaux problèmes d'optimisation combinatoire, des algorithmes exacts ou d'approximation de l'ensemble efficace qui soient performants pratiquement, tout en offrant des garanties *a priori* sur la qualité du résultat et/ou sur le temps calcul. L'enjeu est de proposer des algorithmes performants pour au moins trois objectifs, le cas biobjectif étant maintenant relativement bien traité.

- Étudier le cas bicritère, dont les propriétés spécifiques permettent de rechercher des approximations particulières.
- Poursuivre l'étude des liens entre les versions multiobjectifs et les versions min-max (regret) des problèmes d'optimisation combinatoire.
- Poursuivre nos collaborations avec des partenaires industriels, tels que DCNS.

2.3 Robustesse en aide à la décision

Les objectifs du projet ont été pour la plupart atteints : on a proposé de nouvelles manières d'aborder la robustesse en Aide à la Décision et on a proposé des concepts et des algorithmes permettant de les mettre en œuvre. Il est donc proposé de mettre ce projet de recherche en sommeil. Ceci n'interdit pas que des travaux liés à des questions de robustesse se poursuivent mais simplement que les ressources rares du pôle peuvent être en priorité consacrées aux autres projets de recherche.

2.4 Aide à la décision et systèmes d'information

2.4.1 Processus d'aide à la décision et pratique de l'aide à la décision

Le problème de la conduction d'un processus d'aide à la décision reste un champ d'investigation que nous allons analyser dans trois directions :

- aide à la décision dans le contexte de processus de décision participatives ;
- aide à la décision comme un processus d'argumentation ;
- aide à la décision comme un processus d'apprentissage et modélisation supportée par des outils informatiques (potentiellement intégrables dans le projet "Decision-Deck").

Par ailleurs nous allons concentrer nos efforts de suivi de cas réels d'aide à la décision dans le domaine de la conception, la mise en œuvre et l'évaluation des politiques publiques.

2.4.2 Étudier l'importance de la commensurabilité des schémas d'interprétation pour l'aide à la décision collective

La prise de décision est un processus engendrant des actions. De nouvelles connaissances y sont créées et leur préservation doit être assurée. Le *Knowledge Management*, parce qu'il dispose de solutions managériales permettant la création et la pérennisation des connaissances, propose aux processus de prise de décision collective des réponses méthodologiques permettant de voir l'analyste, le décideur et toute partie prenante à un processus de prise de décision collective, non plus comme un utilisateur isolé d'un système d'aide à la décision, mais comme quelqu'un qui crée, partage et utilise des connaissances. L'étude de la commensurabilité des schémas d'interprétation vise à catalyser le partage des connaissances, à le valider ou l'invalider, facilitant ainsi la prise de décision collective.

2.4.3 Analyser l'importance de la prise en compte des connaissances dans l'évaluation des SICOs

Nous cherchons à évaluer le Système d'Information et de Connaissance (SICO), en mettant en exergue l'importance de la prise en compte de la connaissance. Un Système d'Information (SI) est un ensemble organisé de ressources incluant non seulement des ressources numériques (logiciels, machines, données) mais aussi des ressources humaines. Dans notre vision l'humain n'est pas un « simple utilisateur », il est aussi un composant du système, porteur de connaissances.

2.4.4 Évaluer l'influence des réseaux sociaux sur la qualité des SICOs

En prenant appui sur un projet en partenariat avec EDF R& D en 2010, nous nous sommes placés dans le cadre de l'évaluation de la qualité d'un processus métier, en nous concentrant sur la dimension de robustesse. Nous avons défini des métriques d'évaluation de la robustesse d'un processus en fonction d'informations issues d'analyses structurelles de réseaux sociaux menées par des sociologues. L'exploitation de ces informations a permis de définir des métriques qui tiennent compte de la connaissance tacite des personnes impliquées dans les processus métier.

2.4.5 Formaliser les modèles empiriques existants

La formalisation des modèles empiriques permettra d'améliorer leur visibilité et leur positionnement au sein de la communauté scientifique. Un travail de recherche a été initié sur le modèle DITEK.

2.5 Agents intelligents pour la décision et le raisonnement

2.5.1 Décision automatisée dans de grands espaces d'états

Sur ce thème, on souhaite principalement développer des recherches sur l'amélioration et la diversification des méthodes de Monte-Carlo. Ces méthodes seront appliquées à des problèmes d'optimisation et seront comparées à l'état de l'art. Le développement d'heuristiques spécifiques aux problèmes sera aussi étudié.

2.5.2 Modèles d'interaction

On souhaite concevoir un mécanisme de raisonnement adapté au modèle EASI. C'est dans cet objectif qu'une collaboration a commencé entre Flavien Balbo et avec René Mandiau de l'université de Valenciennes. On compte également poursuivre nos travaux sur la composition dynamiques de services Web (la thèse de Amine Louati, codirigée par Suzanne Pinson et Joyce El Haddad commencée en 2010 porte sur cette

2.5. AGENTS INTELLIGENTS POUR LA DÉCISION ET LE RAISONNEMENT²¹

question). L'objectif est d'étudier la composition des services Web en rendant les services intelligents par une approche agent. Cette approche novatrice peut encore être approfondie en situant le service Web dans un réseau social pour prendre en compte les préférences de l'utilisateur et ses relations sociales. La découverte automatisée de services peut ainsi être améliorée.

2.5.3 Décision collective

Les départs récents (Yann Chevaleyre, Nicolas Maudet), les arrivées récentes (Stefano Moretti, Gabriella Pigozzi) et le fait que certains chercheurs du pôle 2 se préoccupent désormais de décision collective, donne aux perspectives concernant cette thématique un tour nouveau. Nous étudierons notamment : la formation de coalitions dans certains types de jeux hédoniques, notamment lorsque le nombre de participants d'une coalition influe sur la satisfaction des individus ; les règles de vote permettant de sélectionner plusieurs vainqueurs (*multi-winner elections*), qui sont souvent NP-difficiles et que nous étudierons principalement sous l'angle algorithmique ; le lien entre règles de vote et règles d'agrégation de jugements, et le calcul de celles-ci ; enfin, nous poursuivrons l'étude axiomatique et algorithmique de procédures de choix collectif sur des domaines combinatoires, ainsi que la construction de protocoles de communication efficace pour le vote et le partage de ressources.

Chapitre 3

Projet du Pôle Optimisation, algorithmique, données

Sommaire

3.1	AGaPe	24
3.2	Programmation Mathématique et Structures Discretes (MA-THIS)	25
3.3	Management de la production, de biens et services	27
3.4	Algorithmique pour les masses de données	27

Dans cette section, nous décrivons les perspectives de recherches du pôle 2.

3.1 AGaPe

Tous les axes du projet AGaPe restent actifs et prolifiques en termes de production scientifique et d'exploration de nouvelles problématiques et de nouveaux problèmes ouverts.

On ne parlera ici que des axes 1 et 2 du projet qui mobilisent une grande partie de notre énergie. Tant dans le domaine de la résolution exacte et paramétrée que de l'approximation modérément exponentielle et paramétrée, s'il y a un réel foisonnement des résultats individuels (*i.e.*, des résultats qui traitent des problèmes séparément) positifs et négatifs (ces derniers concernant les classes de complexité paramétrée), rien n'est dit sur l'existence des classes de la résolution exacte. Peut-on définir de manière non-triviale de telles classes ? Comment ? Avec quels outils mathématiques ? En allant plus loin, peut-on définir des notions de réductibilité préservant l'appartenance des problèmes dans les classes définies ? Encore, quelles notions de complétude peut-on définir pour de telles classes ? Les mêmes questions se posent (mais de façon différente pour le paradigme de l'approximation modérément exponentielle et paramétrée). Ici, tout le travail fait depuis plus de 40 ans pour le paradigme de l'approximation polynomiale reste à faire : définition des classes d'approximabilité, qui devraient être définies non pas seulement par rapport aux rapports d'approximation mais aussi par rapport aux complexités des problèmes de chaque classe (par exemple, la base de l'exponentiel), des notions de réduction préservant l'appartenance dans les classes, complétude, résultats négatifs, etc. Pour l'approximation paramétrée, si un travail considérable est déjà fait pour la résolution en exact, travail qui a produit une hiérarchie des classes de complexité, rien n'est fait pour l'approximation. Aussi, pour l'approximation modérément exponentielle, une grande question est ouverte : quid de l'*approximation sous-exponentielle* ? Est-elle possible pour tous les problèmes NP-difficiles ? Pour certains d'entre eux ? Peut-on garantir tous les rapports d'approximation ou seulement quelques valeurs ? Comment et sous quelles conditions de complexité peut-on produire des résultats d'approximation sous-exponentielle ? Les outils mathématiques actuels suffisent-ils pour permettre des tels résultats ou en faut-il de nouveaux (par exemple des nouveaux théorèmes PCP) ? Exactement les mêmes questions sur l'inapproximabilité se posent dans le paradigme d'approximation paramétrée. Et encore deux et de taille : existe-t-il des problèmes qui ne sont pas FPT (en exact) et le sont en approximation, même par des rapports qui sont fonctions du paramètre ? Nous ne connaissons que trois problèmes de ce type, dont les deux mentionnés ci-dessus sont étudiés dans le projet AGaPe.

L'étude de ses questions, que l'on pourrait appeler « étude de la structure de la résolution exacte et paramétrée » est l'objectif principal de ce projet pour les années à venir.

3.2 Programmation Mathématique et Structures Discrettes (MATHIS)

En relation avec les approches polyédrales nous comptons :

- Étudier la structure faciale du polyèdre des sous-graphes k -partis pour améliorer les algorithmes de résolution proposés,
- Poursuivre notre étude du problème de l'analyse structurelle des systèmes algébro-différentiels et mener des investigations approfondies aussi bien sur le plan fondamental qu'au niveau de la mise en application pratique de nos algorithmes de résolution pour les problèmes réels de nos partenaires industriels. Dans ce cadre, nous souhaitons continuer d'abord à étudier la structure polyédrale du problème dans le cas imbriqué. Le but est de développer un algorithme de Branch&Cut suffisamment performants en pratique.
- Poursuivre notre étude du problème du séparateur dans les graphes. Ce problème a beaucoup d'applications en parallélisme.
- Toujours dans le cadre des approches polyédrales, nous comptons surtout développer davantage le thème autour de l'optimisation combinatoire multicritère et les polyèdres et renforcer la collaboration entre les deux pôles sur ce sujet. Il s'agit d'un axe de recherche nouveau dans le projet MATHIS. Le but est d'utiliser les outils de l'optimisation combinatoire liés aux polyèdres pour analyser et résoudre des problèmes combinatoires multicritères. Nous comptons dans ce cadre, avec H. Aissi du pôle 1, continuer notre étude du problème de la coupe minimale paramétrée.
- Un autre aspect que nous comptons aussi développer, en relation avec ce thème, concerne les algorithmes d'approximation. Plusieurs algorithmes d'approximation connus dans la littérature sont basés sur la programmation mathématique (eg. Max Cut). Dans le cadre de l'étude du problème de la st-coupe multicritère, nous avons déjà proposé des algorithmes d'approximation basés sur l'analyse structurale de la relaxation linéaire du problème. Nous comptons aussi développer cet aspect lié à l'approximation qui peut faire naître des liens entre le projet AgaPe et le notre.
- Enfin nous comptons mener une étude algorithmique et polyédrale sur un problème liée à la gestion des grandes bases de données. Il s'agit du sujet de thèse de M. Ould en coopération avec l'entreprise ALTARES (Paris).

Concernant la conception de réseaux, il est envisagé d'une part de continuer notre recherche liée aux réseaux multicouches (thèses de R. Taktak et A. Benhamiche). En relation avec la thèse de R. Taktak, nous souhaitons étudier une formulation naturelle du problème utilisant seulement les variables de design. Nous comptons également étudier le polyèdre des solutions dans certaines classes de graphes. En ce qui concerne la thèse de A. Benhamiche, qui porte sur un problème de conception de réseaux de télécommunications lié au groupage dans les réseaux de transport optiques, nous visons d'étudier la relation très étroite qui existe entre la structure de ce problème et celle du bin-packing. Nous exploitons cette relation d'un point de vue polyédral.

Bien que les problèmes de conception de réseaux faisant intervenir la connexité en termes d'arêtes ont été largement étudiés, ceux considérant la connexité sur les sommets n'ont pas reçu une grande attention. Nous avons entamé, en collaboration avec

H. Kutucu, Post Doc de l'Université d'Izmir, Turquie, une étude sur ces variantes de conception de réseaux. Nous comptons en particulier faire une investigations de la structure polyédrale de ces problèmes quand les chemins utilisés ont une longueur limitée.

En ce qui concerne le projet programmation mathématique et graphes beaucoup de questions algorithmiques et structurelles restent encore ouvertes concernant les d -bloqueurs et les d -transversaux minimaux par rapport à des structures combinatoires. La bourse GDR-RO récemment obtenu nous permettra de continuer nos travaux et de les présenter à des conférences internationales. Aussi le projet EGIDE PHC Bosphore nous permettra de continuer nos travaux sur la coloration sélective pour laquelle aussi bien des questions structurelles que des questions polyédrales restent à analyser. Aussi, il y a une conjecture à étudier sur une extension du théorème max-multiflots - min-multicut pour étendre les résultats sur les graphes $G+H$ en tenant compte de la structure de G et de H .

Dans le cadre de la robustesse, notre projet de recherche se situe dans la continuité des travaux déjà réalisés. Selon nous, l'optimisation robuste n'est pas seulement le point de vue de Ben-Tal et al, qui est le point de vue dominant de la communauté en programmation mathématique : leur approche se focalise sur la représentation de l'ensemble d'incertitude et utilise uniquement le critère du pire cas. Nous souhaitons mettre en avant des approches alternatives émergentes en créant des liens entre différentes communautés dont celle orientée décision initiée par Bernard Roy. Notre objectif est donc de travailler davantage sur l'évaluation des solutions. En particulier, nous allons axer nos recherches sur l'analyse de nouveaux critères de robustesse et notamment dans le cas des scénarios discrets, pour lesquels les travaux en programmation mathématique ont été beaucoup moins développés. Dans cette optique, une collaboration internationale a été initiée avec Lehigh University aux Etats-Unis pour appliquer ces approches sur des problèmes issus de la finance.

La composition automatique transactionnelle de Services Web présente des aspects combinatoires, multicritères et incertains. Nos premiers résultats sur ce sujet montrent qu'une approche de type Recherche Opérationnelle (modélisation sous la forme d'un programme mathématique et utilisation de solveurs standard) pour résoudre le problème est non seulement réaliste, mais s'avère plus performante que d'autres approches (utilisant les réseaux de Pétri par exemple). Nous souhaitons poursuivre dans cet axe de recherche en développant :

1. l'analyse de la complexité théorique des problèmes de composition transactionnelle de SW : il s'agit de procéder à une analyse complète des difficultés théoriques des problèmes rencontrés, en identifiant les cas faciles,
2. des algorithmes exacts et approchés : il s'agit de se doter de méthodes exactes pour obtenir des solutions optimales lorsque cela est possible ou, pour les instances de grande taille, de proposer des méthodes approchées avec garantie de performances,
3. l'analyse de la robustesse des SW composites transactionnels : dans un contexte

réaliste, nous n'avons qu'une connaissance imparfaite des SW disponibles (parfois il peut en exister un nombre très élevé), de leur propriété transactionnelle et de leur valeur sur les critères de qualité de services ; il est donc nécessaire d'intégrer ses différents aspects de connaissance imparfaite des données du problème (y compris l'évolution dynamique de l'ensemble des SW disponibles) et de proposer une méthodologie permettant d'analyser/évaluer la robustesse des SW composites,

4. l'analyse des aspects multicritères du problème de composition de SW transactionnelle : dans les études publiées, l'évaluation d'un SW composite est basée sur une fonction score qui agrège des dimensions aussi disparates que la durée, la fiabilité et le coût ; il nous semble primordial d'explorer de nouvelles voies d'analyse multicritère de la qualité de services.

3.3 Management de la production, de biens et services

Les résultats scientifiques obtenus et les impacts opérationnels de certains résultats ont conduit Renault à demander au LAMSADE qu'une nouvelle recherche sur 3 ans, soit conduite à partir de novembre 2012 sur le thème de l'impact de la standardisation et de la conception modulaire sur la capacité de la CLA et l'amélioration de sa performance en termes d'efficacité et d'efficacités. Cette nouvelle recherche fera l'objet d'un CIFRE et d'un nouveau contrat de recherche.

3.4 Algorithmique pour les masses de données

Le développement des modèles et algorithmes pour la gestion des grands volumes de données (données multidimensionnelles, multimédia, modèles issus de l'ingénierie des applications à base de services) constitue la thématique principale du projet AMD. Le phénomène d'avalanche de données et le développement de l'informatique dans les nuages posent de nombreux défis liés, notamment, au volume des données et à sa variabilité, à la variété et l'hétérogénéité des données, à la sécurité, l'utilisabilité, la cohérence, les performances etc...

En plus des domaines applicatifs tels que l'exploitation des données scientifiques et environnementales, des données d'entreprise, des contenus multimédia, des données publiques, l'exploitation de grands volumes de données promet d'avoir un réel impact aussi pour l'éducation. Ainsi, en recueillant des informations liées à la scolarité des anciens étudiants et à leurs expériences professionnelles, de nouvelles approches pourraient être connues pour l'éducation et l'orientation professionnelle. Les défis concernent (1) l'intégration des données hétérogènes provenant des différentes sources (services scolarité, sites d'apprentissage en ligne, réseaux professionnels, etc.), notamment l'appariement ou la similarité d'entités, (2) la représentation des parcours individuels, (3) leur stockage à des fins d'interrogation, d'analyse multidimensionnelle, de détection de signaux faibles. Les perspectives d'usage, construites à partir des parcours professionnels et de formation, incluent des indicateurs et des recommandations pour l'orientation (professionnelle ou dans la formation) des étudiants et des

professionnels ; ils intéressent aussi les organismes de formation (universités, écoles), les employeurs (DRH), les décideurs... L'intérêt de l'application est aussi de disposer d'un cadre d'expérimentation en vraie grandeur. Celui-ci pourrait s'appuyer sur la plate-forme de conception d'applications Mydraft, qui sera généralisée pour permettre l'orchestration des unités de calcul réparties véhiculant des masses de données.

Du point de vue utilisateur, les données et les services offrent des vues complémentaires d'une source d'information : les données fournissent des informations détaillées pour des besoins spécifiques tandis que les services exécutent des processus impliquant des données et retournent des données comme résultat. Pour cette raison, les utilisateurs ont besoin d'effectuer des recherches globales pour identifier non seulement des sources de données pertinentes, mais également des services permettant d'y accéder et de faire le traitement souhaité. Afin de fournir une solution de recherche agrégée de données et services, les défis à relever sont liés à la taille, au nombre de collections de données et services et à leur hétérogénéité. Nous envisageons aussi de faciliter la collaboration des utilisateurs et d'en tirer profit (solutions de crowd-sourcing), de prendre en compte les préférences de l'utilisateur et de proposer des compositions de solutions partielles.

Dans la continuité de nos travaux sur la sélection et la composition de services Web garantissant des propriétés transactionnelles et de fiabilité, nous souhaitons nous intéresser à des cas particuliers de services web : les services de données et les services multimédia. Les services dits services de données (data services) offrent un accès à des données issues de bases de données ou de systèmes de stockage de données novateurs (ex. cloud). Les applications basées sur ces services nécessitent donc des mécanismes spécifiques de gestion de la concurrence et de fiabilité des services. Les services multimedia permettent d'analyser ou de gérer des données multimedia (ex. images ou vidéo). Leur composition permet d'offrir des fonctionnalités multimedia plus complexes, la qualité des données multimedia délivrées devant s'adapter aux besoins de l'utilisateur et aux contraintes de son environnement.

D'autre part, dans le cadre de la thèse de Amine Louati, en collaboration avec le pôle 1, nous nous intéressons aux compositions de services dans des environnements ouverts et distribués requérant des propriétés d'interactivité et d'adaptation. Des travaux dans la communauté multi-agents ont montré que la composition peut être considérée comme un problème de planification distribuée où un ensemble d'agents répartis collaborent pour élaborer un plan. Dans ce contexte, nous visons à étudier les mécanismes de coordination multi-agents pour modéliser une chorégraphie de services en prenant en compte des paramètres non fonctionnels tels que le temps de réponse, le coût, la réputation, ou encore la confiance.