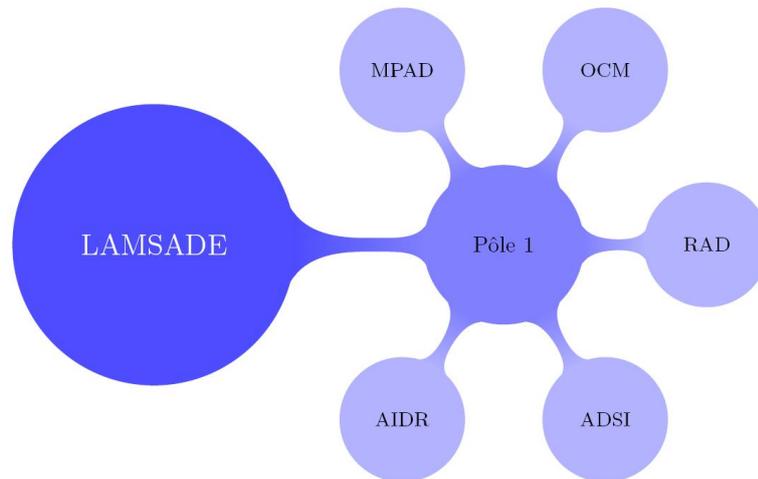


Pôle 1

Aide à la décision



LAMSADE
13 novembre 2012

Présentation générale

Aide à la Décision

5 projets

- MPAD Modélisation des préférences et aide multicritère à la décision
- OCM Optimisation combinatoire multicritère
- RAD Robustesse en aide à la décision
- ADSI Aide à la décision et systèmes d'information
- AIDR Agents intelligents pour la décision et le raisonnement

Mots-clés

- Décision & Aide à la Décision
 - Modélisation des préférences
 - Analyse Multicritère
 - Optimisation Combinatoire Multiobjectif
 - Optimisation Robuste
 - Systèmes d'Information & Gestion des Connaissances
 - Processus de Décision & d'Aide à la Décision
 - Théorie de la Décision Algorithmique
 - Recherche Heuristique
 - Systèmes Multi-Agents
 - Choix Social Computationnel

20 membres permanents

- 4 PR, 3 DR
- 10 MCF, 1 CR
- 1 membre associé, 1 membre émérite
- 3 départs MCF (pour PR)
- 6 arrivées MCF
- 2 arrivées MCF en 2012/2013

Thèses de doctorat

- 26 thèses soutenues
- 17 thèses en cours (toutes financées)
- 5 inscriptions en 2012/2013

Production

ACL 87 (revues à comité de lecture indexées ISI Web of Knowledge)
C-ACRI 97 (communications avec actes dans un congrès international)

Ressources

Projets ANR

- 3 projets ANR en tant que partenaire : PHAC, ComSoc, Guepard
- 5 projets ANR en tant que membre

Coopération LAMSADE/DIMACS

- COST IC0602 : [Algorithmic Decision Theory](#) (FP7)
- GDRI ALGODEC

Partenariats Industriels

Contrats & Thèses CIFRE

- CEA
- CNRS
- DCNS
- EDF
- IFSTTAR
- LOGICA
- ONERA
- SNCF
- Thales
- VIGEO

Animation

- séminaire du pôle : \simeq 10 réunions par an
- réunions de pôle : \simeq 5 réunions par an
- budget d'animation du pôle : 15 000 € / an

- flux régulier de visiteurs internationaux
- participation soutenue à des conférences & colloques
- participation soutenue à des activités éditoriales
- participation soutenue à des tâches collectives
- réponse à une [demande sociale forte](#)

Modélisation des préférences & aide multicritère à la décision

2 sous-projets

- ① Modélisation des préférences
- ② Aide multicritère à la décision

Modélisation des préférences

X un ensemble d'objets

Problème : comparer les objets dans X

Bâtir une application $f : X \rightarrow \mathbb{R}$ (« note », « mesure de performance »)

$$x \succsim y \Leftrightarrow f(x) \geq f(y)$$

Hypothèses

- ① f est « connue » avec **précision**
- ② f est donnée pour **tous** les objets
- ③ il y a **une seule** application f
- ④ pas de **points focaux** ou de **référence**

Quelques travaux du LAMSADE

- structures pour la comparaisons d'intervalles
- structures à frontières
- structures à seuils sur des ensembles infinis
- modèles où les objets interagissent
- modèles avec raisons positives et négatives
- modèles utilisant une logique non classique
- expériences

Aide multicritère à la décision

Méthodes ELECTRE

- comparaisons fondées sur des considérations **essentiellement ordinales**

Quelques travaux du LAMSADE

- **ELECTRE TRI-C**
- **ELECTRE TRI-nC**
- interactions entre critères
- veto sophistiqué

Autres développements

- méthode UTA : rangements possibles et nécessaires
- méthodes d'élicitation des paramètres
- dépendances entre critères
- enchères avec structures de préférences générales
- projet Decision Deck

Applications réalisées

- évaluation de dispositifs de stockage d'hydrogène
- découpage de territoire en zones homogènes
- notation sociale des entreprises
- aide au choix d'implantation d'embryons
- maintenance réseau routier
- évaluation du confort d'un train
- systèmes de recommandation
- gestion de ressources en eau
- évaluation environnementale

Mesurage conjoint

Base axiomatique des méthodes d'agrégation ordinales

- caractérisation axiomatique des relations de concordance
- caractérisation axiomatique des relations de surclassement
- caractérisation axiomatique d'ELECTRE TRI

Autres travaux

- intégrale de Sugeno
- décision dans l'incertain
- évaluation de la recherche

Visibilité

- ANR PHAC
- ANR ComSoc
- action COST [Algorithmic Decision Theory](#) + GDRI ALGODEC

- thèses CIFRE : EdF, SCNF, etc.
- contrats industriels : CEA, VIGEO, etc.

Problématique

- structure combinatoire de l'ensemble des solutions
 - évaluation de ces solutions sur plusieurs critères
-
- déterminer ou approximer l'ensemble des solutions Pareto optimales
 - déterminer ou approximer des solutions de compromis spécifiques

RATP

Statistiques Chemin

nombre de correspondances: 0 %

temps de parcours: 0 %

temps de marche: 0 %

temps d'attente: 0 %

population: 0 %

meilleur compromis Epstein RDW

Lancer la recherche Recherche approfondie

Départ: Plaisance

Arrivée: Bastille

nombre de correspondances:

temps de parcours:

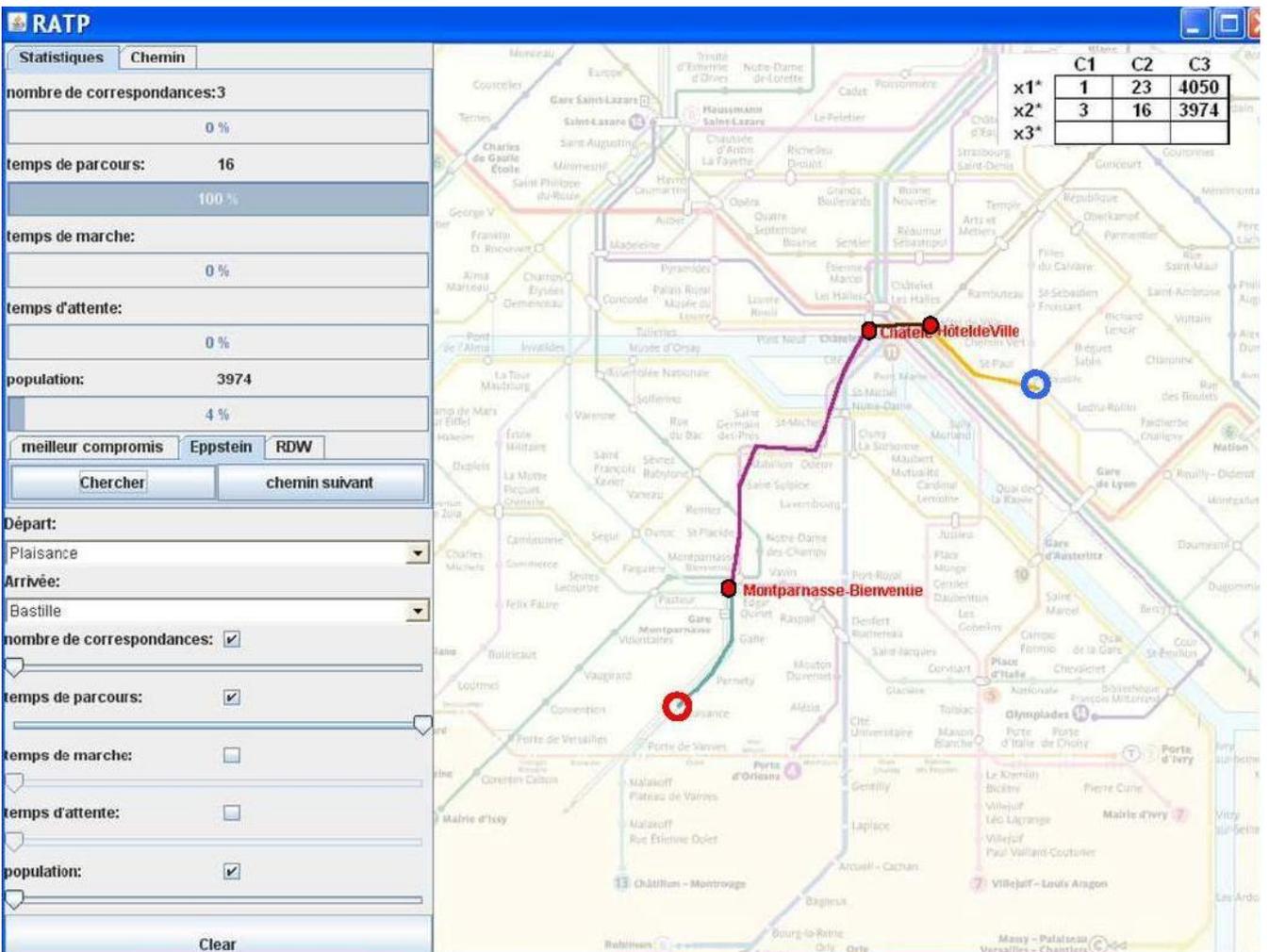
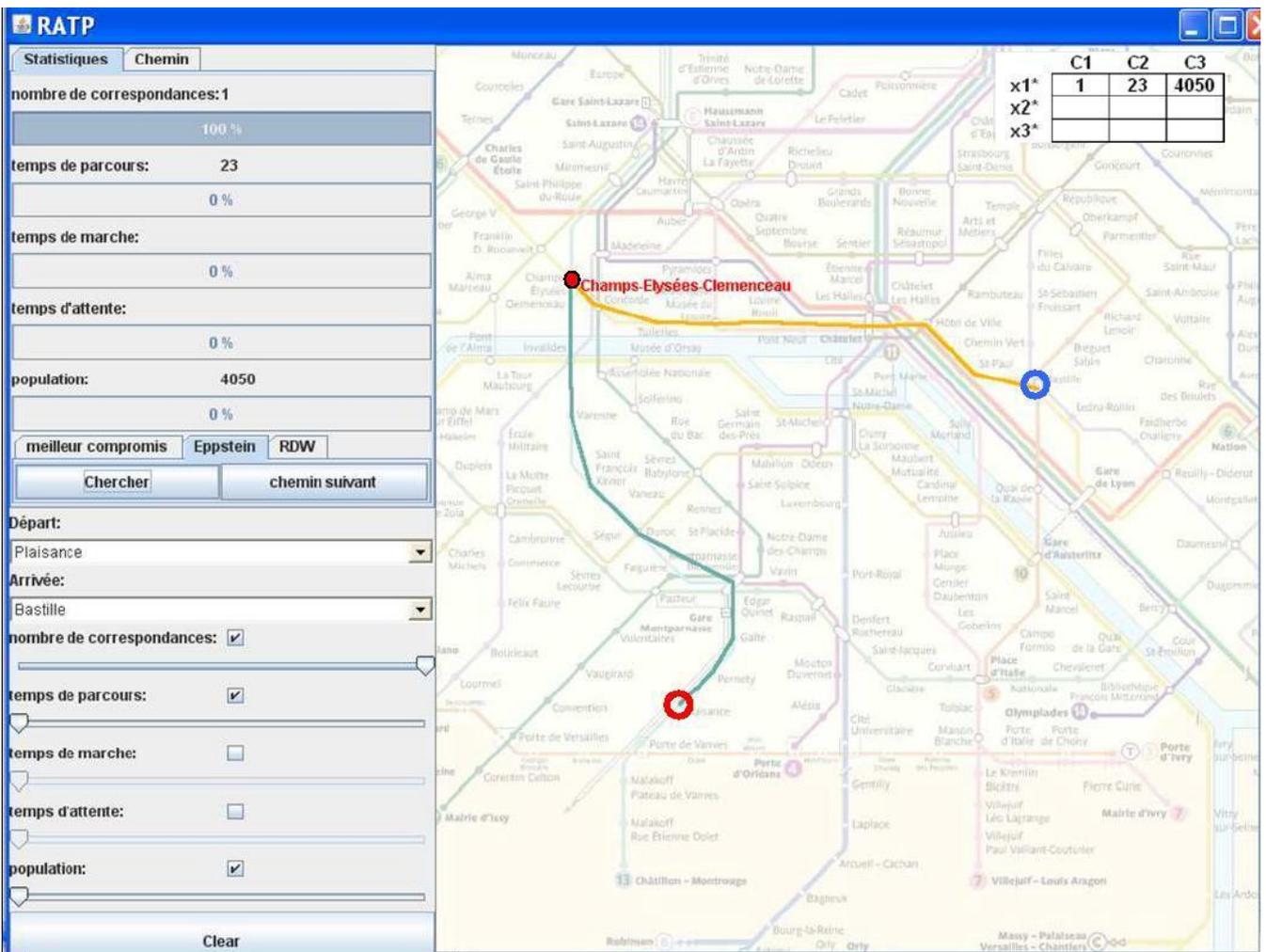
temps de marche:

temps d'attente:

population:

Clear

EX1: Path planning: a multicriteria problem



RATP

Statistiques Chemin

nombre de correspondances: 2

50%

temps de parcours: 23

36%

temps de marche: 0%

temps d'attente: 0%

population: 2480

100%

meilleur compromis Eppstein RDW

Chercher chemin suivant

Départ: Plaisance

Arrivée: Bastille

nombre de correspondances:

temps de parcours:

temps de marche:

temps d'attente:

population:

Clear

	C1	C2	C3
x1*	1	23	4050
x2*	3	16	3974
x3*	2	23	2480
I	1	16	2480
N	3	23	4050

RATP

Statistiques Chemin

nombre de correspondances: 2

50%

temps de parcours: 20

42%

temps de marche: 0%

temps d'attente: 0%

population: 3528

temps d'attente:

population:

Clear

Compromise (Tchebycheff)

2, 20, 3528 ☺

	C1	C2	C3
x1*	1	23	4050
x2*	3	16	3974
x3*	2	23	2480
I	1	16	2480
N	3	23	4050

Positionnement du projet

Deux voies classiques

métaheuristiques méthodes qui trouvent des solutions raisonnablement bonnes rapidement sans pouvoir fournir de garantie sur la qualité de la solution

informatique théorique complexité de problèmes, existence d'approximations des solutions optimales et bornes théoriques sur les temps de calcul, difficiles à mettre en œuvre en pratique

Une troisième voie

Algorithmes efficaces **et** fournissant des garanties de performances sur les solutions retournées (optimalité, garantie de qualité sur l'approximation)

Défi

- temps de calcul comparables à ceux de métaheuristiques
- avec des garanties de qualité

30



Solutions Pareto optimales

Approximation de l'ensemble des solutions Pareto optimales avec un nombre fixé de solutions

résultats positifs algorithme d'approximation avec meilleur rapport possible

résultats négatifs le problème n'est pas approximable à ϵ -près

31



Détermination d'une solution de compromis

Optimisation d'une fonction d'agrégation non linéaire

Distance de Tchebychev, opérateur OWA, intégrale de Choquet

- algorithmes exacts
 - ranking
 - énumération implicite
- approximations

Applications

- ordonnancement par lots bicritère
- régulation adaptative multi-objectifs multimodale aux carrefours à feux
- planification biobjectif de missions spatiales de retraits de débris
- planification multiobjectif de senseurs

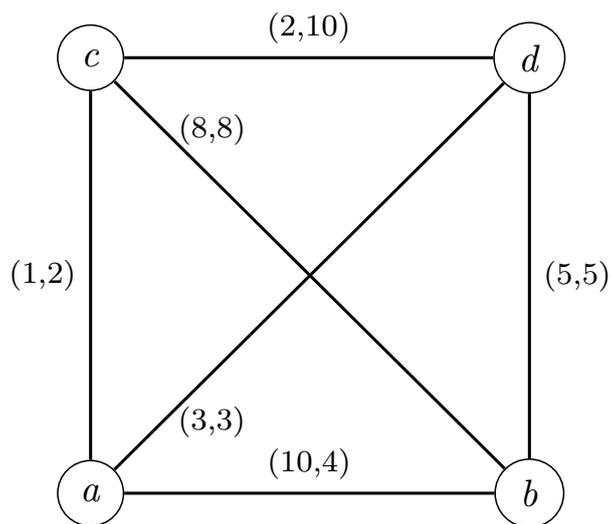
Visibilité

- ANR Guepard
- contrat DCNS (2010–2012)
- contrat IFSTTAR (ex-INRETS) (2009–2011)
- thèse CIFRE ONERA

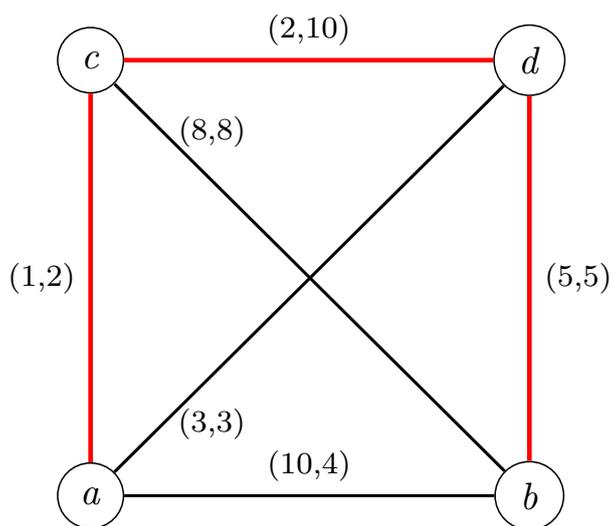
Robustesse en Aide à la Décision

Motivations

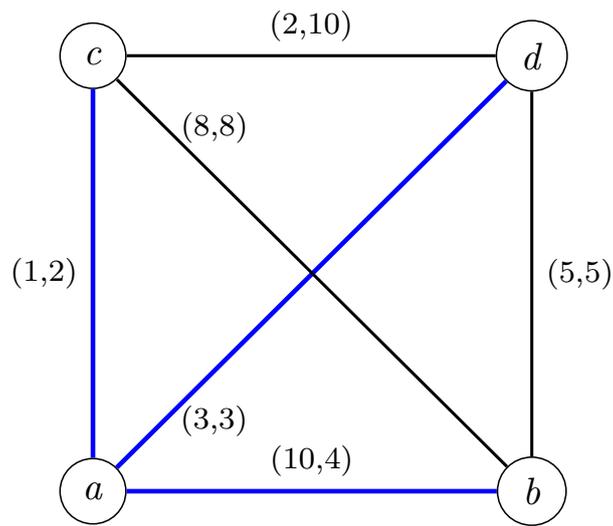
- présence d'« à peu près » et de « zones d'ignorances » affectant la modélisation et les données
- nécessité de prendre en compte ces éléments pour l'aide à la décision



MST avec deux scenarios, Vincke (1999)

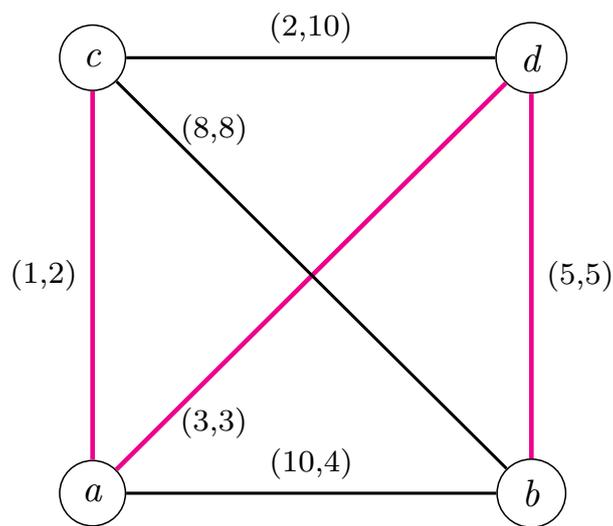


Arbre optimal scenario 1 : $(8, 17)$



Arbre optimal scenario 1 : (8, 17)

Arbre optimal scenario 2 : (14, 9)



Arbre optimal scenario 1 : (8, 17)

Arbre optimal scenario 2 : (14, 9)

Arbre robuste : (9,10)

Aspects conceptuels et méthodologiques

- d'où viennent les zones d'ignorances ?
- comment les prendre en compte ?

- notion de **versions** d'un problème
- notion de **conclusions robustes**
- **nouveaux critères** de robustesse
 - robustesse α -lexicographique
 - *bw*-robustesse
- robustesse et contexte **multicritère**

Aspects algorithmiques

- versions min-max et min-max regret de problèmes classiques d'optimisation combinatoire
 - complexité
 - schéma général d'approximation

Applications

Ordonnancement

- complexité : versions min-max de problèmes à une machine
- approximation : problème de minimisation du nombre de tâches en retard
- méthode de B&B : solutions flexibles dans un problème de flow shop

Programmation linéaire

- incertitude sur les second membres
 - complexité des problèmes de meilleur et de pire optimum
- dualité
- incertitude sur la fonction objectif
 - *bw*-robustesse en PL
- problèmes de localisation et de transport avec demande incertaine
- dimensionnement d'un réseau de distribution de gaz avec demande incertaine

43



RAD

Vie du projet

- groupe de travail du GDR-RO

44



2 sous-projets

- ① Aide à la décision et système d'information
- ② Aide à la décision et processus de décision

Cas réels : gestion des connaissances et systèmes d'information

- changement de prestataire dans un EPST
 - PME au Vietnam
-
- transfert des connaissances
 - préservation des connaissances
 - évaluation des systèmes d'information et de connaissance
 - connaissances et décision collective

Modèles développés

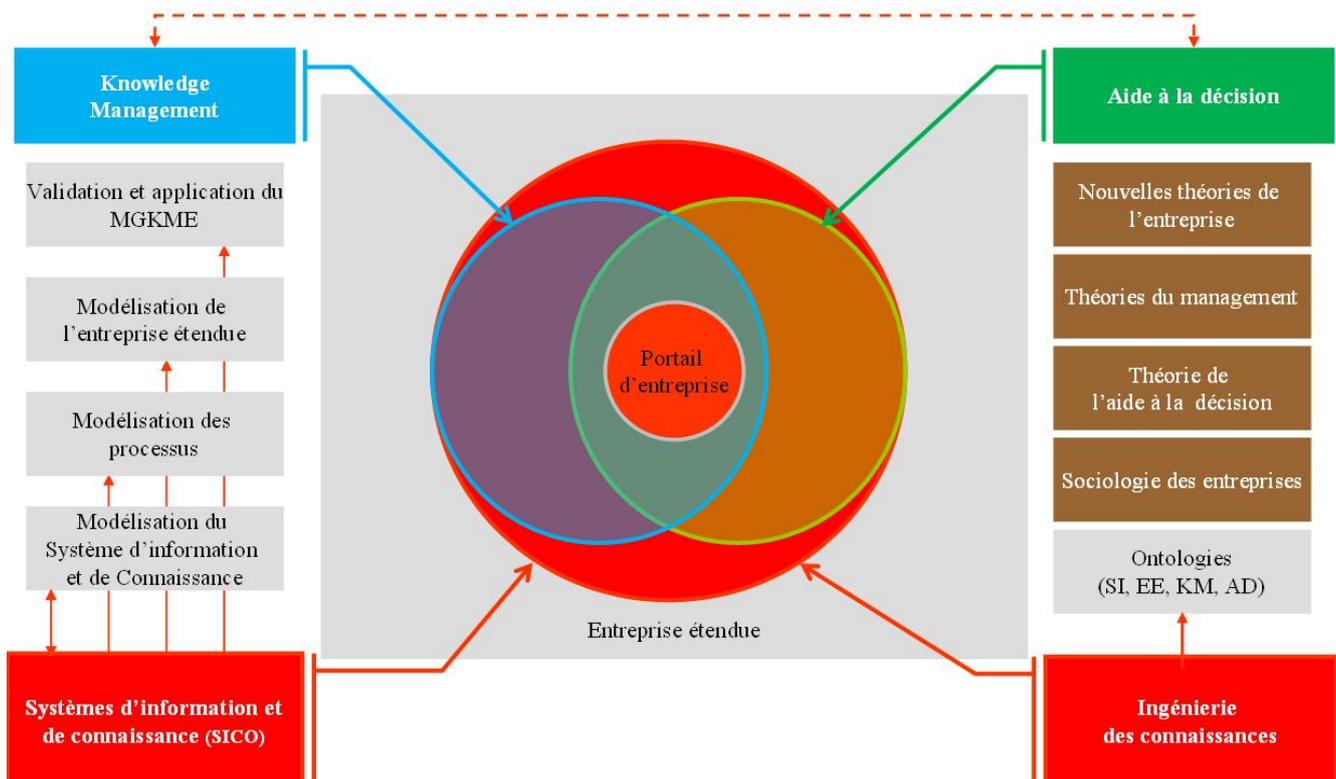
SICO Système d'Information et de Connaissance

GAMETH General Analysis Methodology : repérage des connaissances cruciales, identification des actions potentielles et construction de modèles de préférences, étude et classification des critères de robustesse et d'adaptabilité des processus métier

MGKME Modèle Général pour le Knowledge Management en Entreprise : management des Systèmes d'Information et de Connaissance des Organisations (SICO)

KWDM Knowledge Worker Desktop Model

DITEK Data Information Tacit et Explicit Knowledge



Aide à la décision et processus de décision

Motivations

Aider à la décision suppose d'intervenir dans un processus de décision

- méthodologie d'aide à la décision
- modèle du processus d'aide à la décision
- applications
- doctrine d'intervention

Modèle du processus d'aide à la décision

Représentation du problème

- quel est le problème ?
- pourquoi est-ce un problème ?

Formulation du problème

- quels sont les objets à considérer ?
- que veut-on faire de ces objets ?

Modèle d'évaluation

- comment définir et décrire les actions ?
- comment modéliser les préférences ?
- quelles sont les incertitudes ?
- comment manipuler tout cela ?

Modèle formel

$$PS = \langle \mathcal{A}, \mathcal{O}, RS \rangle$$

- \mathcal{A} : acteurs, parties prenantes
- \mathcal{O} : objets, enjeux
- RS : ressources

$$\Gamma = \langle \mathbb{A}, \mathbb{V}, \Pi \rangle$$

- \mathbb{A} : actions
- \mathbb{V} : points de vue
- Π : problématique

$$\mathcal{M} = \langle A, D, E, H, \mathcal{U}, \mathcal{R} \rangle$$

- A : actions, variables de décision
- D : dimensions, attributs
- E : échelles associées aux attributs
- H : critères, modèles de préférence
- \mathcal{U} : incertitudes
- \mathcal{R} : procédures, algorithmes, protocoles

Applications

- mesurage de la pauvreté au Burkina Faso
- acceptabilité sociale de nouvelles technologies (hydrogène)
- évaluation de politiques publiques

- **Policy analytics**

3 sous-projets

- ① Décision automatisée dans de grands espaces d'états
- ② Modèles d'interaction
- ③ Choix social computationnel

Motivations

grand espace d'états → heuristiques de recherche

Domaines : jeux, optimisation, aide à la décision

Algorithmes : Monte-Carlo, A*

Principaux résultats

Algorithmes

- algorithmes de Monte-Carlo : progrès importants pour le jeu de Go
- General Game Playing : Jean Méhat et Tristan Cazenave **champions du monde** 2009 et 2010
- Hex : programme meilleur que l'approche classique

Applications

- jeux à un joueur : **records du monde** à SameGame et au Morpion Solitaire
- Sudoku et Kakuro
- régulation de lignes de bus
- voyageur de commerce avec fenêtre de temps

Modèles d'interaction

Motivations

Modélisation multi-agents de problèmes de décision distribuée où

- plusieurs décideurs interagissent
- les décideurs peuvent apparaître ou disparaître
- les décideurs veulent contrôler leurs interactions

Approche

SMA et théorie de la décision

- coordination multi-agent
- communication et négociation entre agents

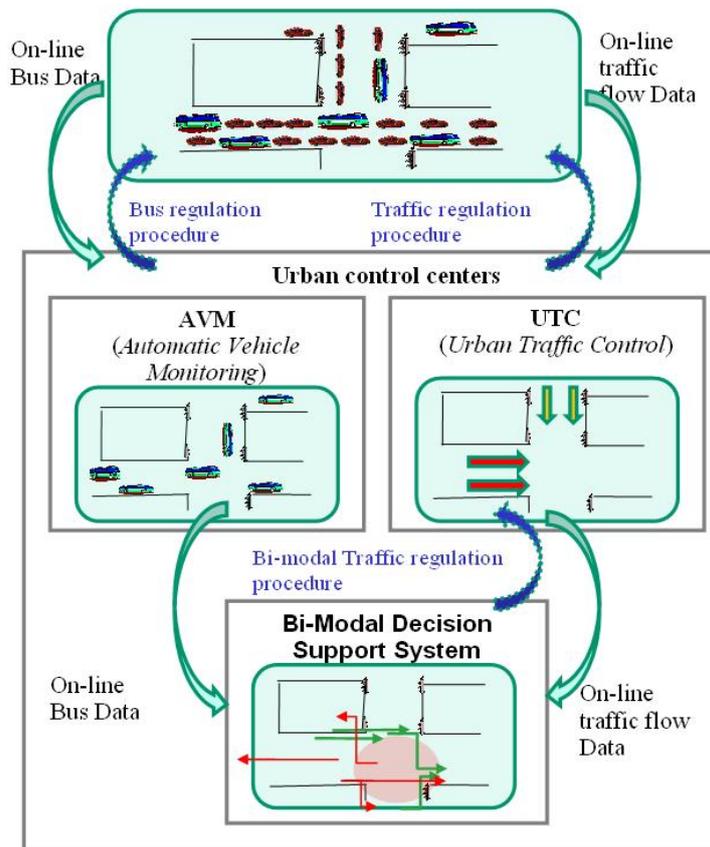
Modèles d'interaction

Apports théoriques

- modélisation des interactions et des communications multi-parties
- modèle de simulation multi-agent contextuel
- système générique d'aide à la décision pour la régulation dans le transport

Applications : transports

- gestion de **crise** dans les transports
- détection et gestion de **perturbations** dans les transports urbains
- gestion autonome des **feux de croisement**



Régulation bimodale du trafic urbain

Modèles d'interaction

Visibilité

- collaboration : IFSTTAR (ex-INRETS)
- collaboration : École des Mines de Saint-Étienne
- contrat CIFRE : FreeHot Spot
- projet européen COST “Autonomic Road Transport Support Systems”

Choix Social Computationnel

Du choix social vers l'informatique

- sociétés d'agents artificiels
- agrégation des résultats de moteurs de recherche
- partage équitable de ressources computationnelles

De l'informatique vers le choix social

- complexité de la manipulation des règles de vote
- barrières computationnelles aux comportements stratégiques
- vote avec information incomplète
- aspect computationnel du partage équitable

Choix Social Computationnel

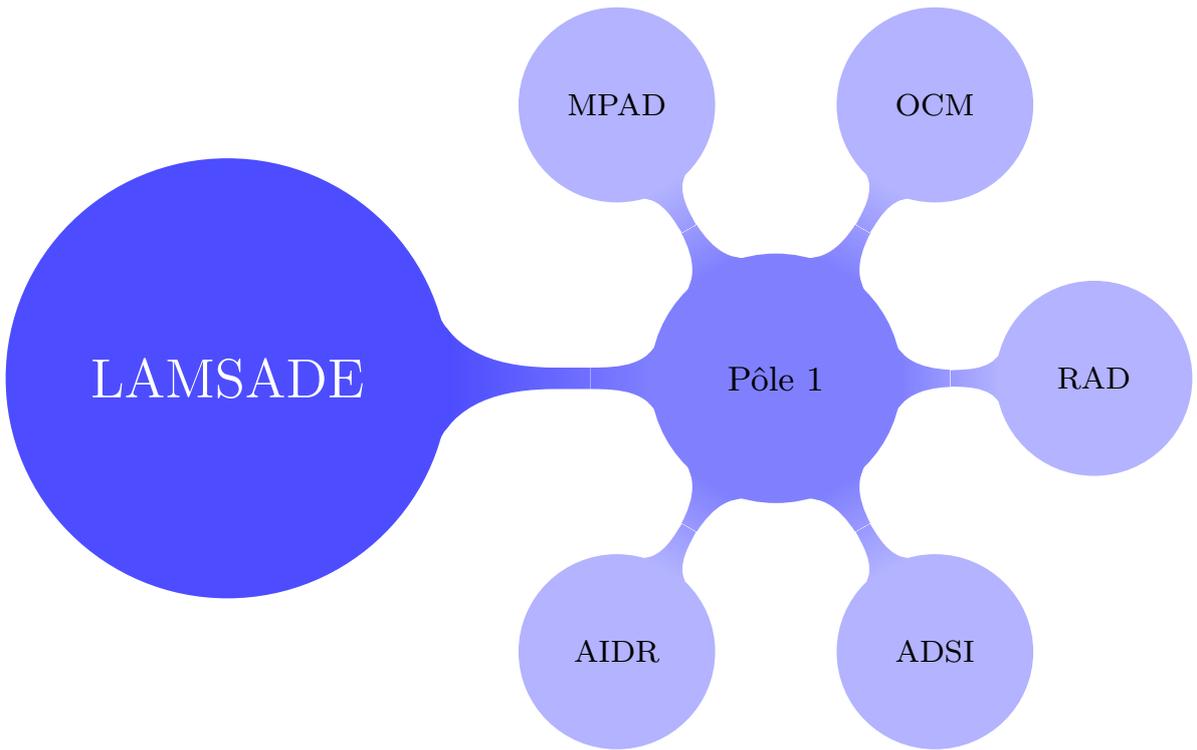
Quelques travaux du LAMSADE

- aspects algorithmiques et communicationnels du vote
 - vote sur des domaines combinatoires
 - vote avec préférences incomplètes
 - résistance computationnelle aux comportements stratégiques
- partage équitable de ressources
- représentations compactes de préférences

Choix social computationnel

Visibilité

- ANR PHAC
- ANR ComSoc



Perspectives

MPAD, OCM, ADSI, AIDR

- poursuite et approfondissement des travaux antérieurs

Nouvelles directions

- MPAD
 - études expérimentales
 - représentation compacte des préférences
- OCM
 - complexité paramétrée
 - algorithmes pour au moins 3 critères
- ADSI
 - réseaux sociaux et connaissances
 - aide à la décision et argumentation
 - aide à la décision et apprentissage
- AIDR
 - nested Monte-Carlo
 - SMA & composition dynamique de services Web
 - règles de vote permettant de sélectionner plusieurs vainqueurs
 - agrégation de jugements

- objectifs globalement atteints
 - nouvelles manière de définir la robustesse
 - algorithmes efficaces
- projet mis en sommeil
 - liens avec MPAD
 - liens avec OCM
 - liens avec le Pôle 2

