

# **IFT 615 – Intelligence Artificielle**

## **Révision pour l'examen final**

Hugo Larochelle

Département d'informatique

Université de Sherbrooke

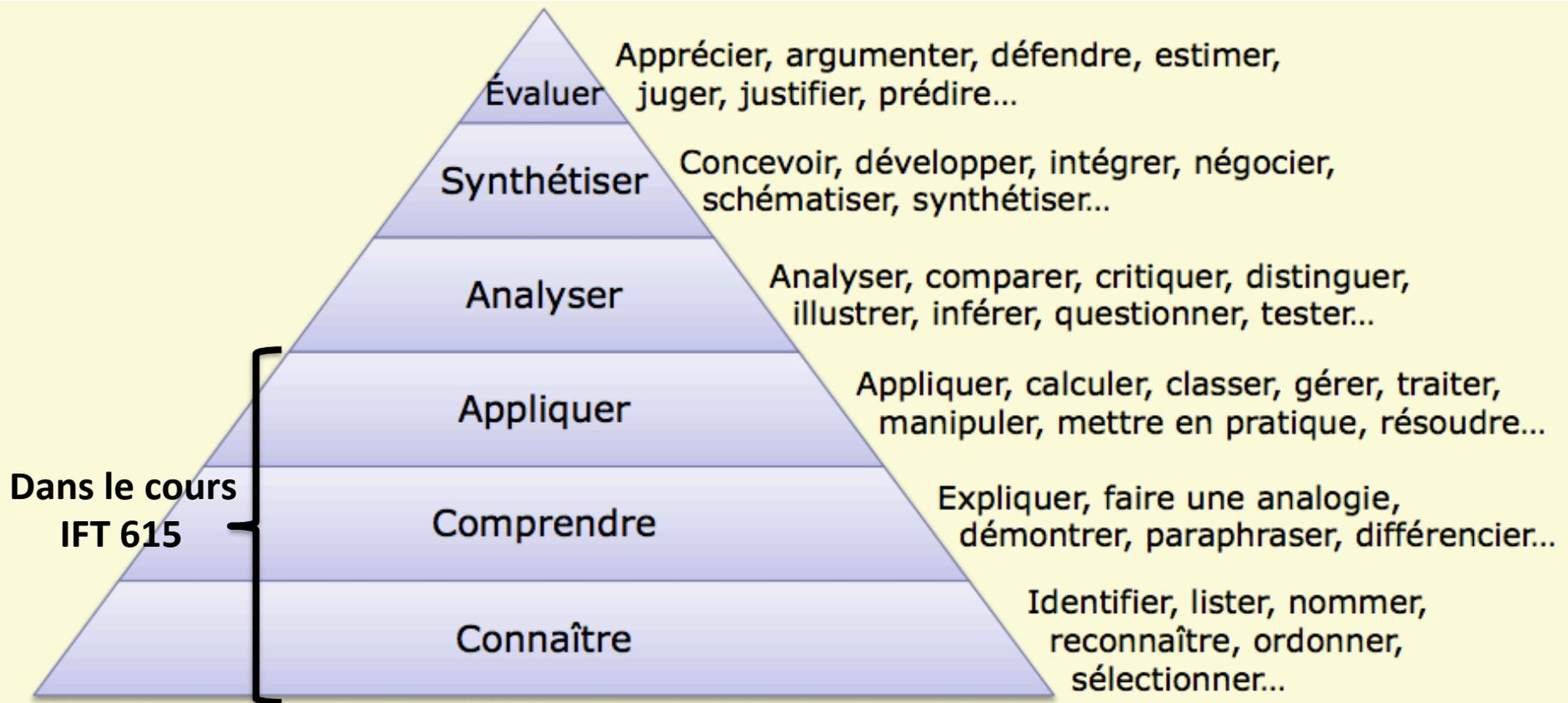
<http://www.dmi.usherb.ca/~larocheh/cours/ift615.html>

# Objectifs de l'Intelligence Artificielle

- Créer des systèmes (logiciels ou machines) intelligents
  - ◆ Pensent/réfléchissent/raisonnent comme des humains et/ou
  - ◆ Pensent/réfléchissent/raisonnent rationnellement et/ou
  - ◆ Se comportent/agissent/réagissent comme les humains et/ou
  - ◆ Se comportent/agissent/réagissent rationnellement
- Le domaine de l'IA est influencé par plusieurs disciplines :
  - ◆ informatique, génie (comment programmer et implanter l'IA?)
  - ◆ mathématiques, statistique (limites théoriques de l'IA?)
  - ◆ neurosciences (comment le cerveau fonctionne?)
  - ◆ psychologie cognitive (comment l'humain réfléchit?)
  - ◆ économie, théorie de la décision (comment prendre une décision rationnelle?)
  - ◆ linguistique (quelle est la relation entre le langage et la pensée?)
  - ◆ philosophie (quel est le lien entre le cerveau et l'esprit?)

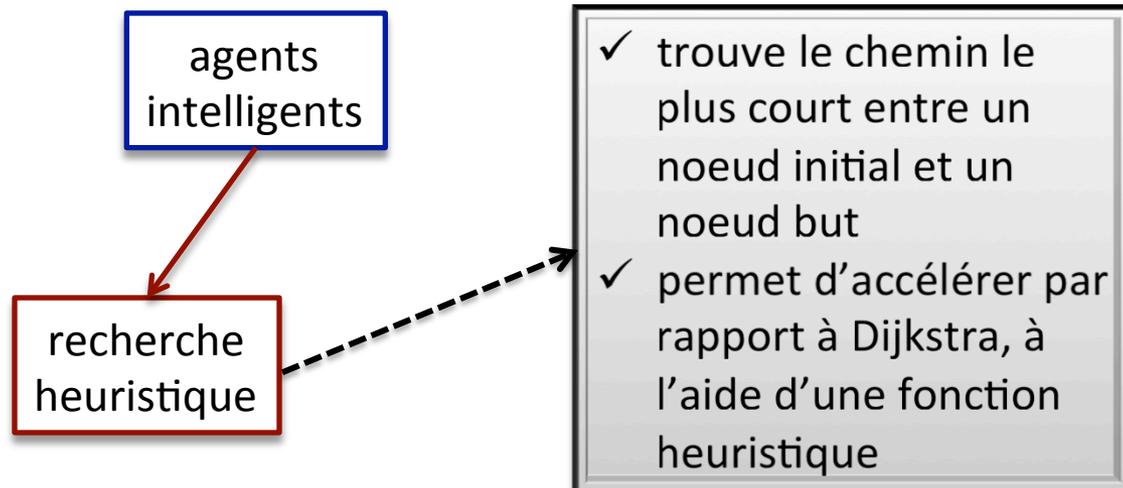
# Objectifs du cours

- Taxonomie de Bloom



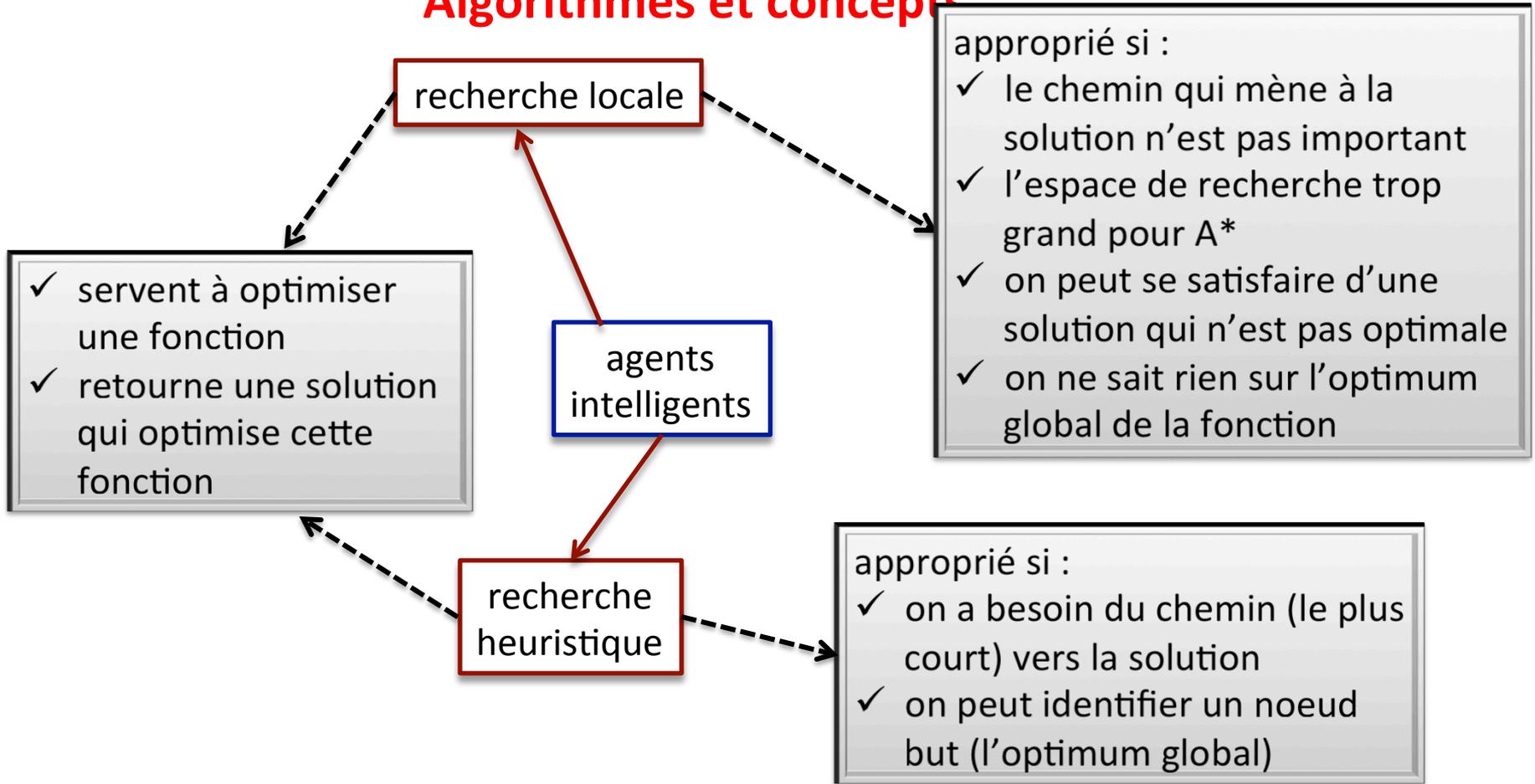
# Objectifs du cours

## Algorithmes et concepts



# Objectifs du cours

## Algorithmes et concepts



# Objectifs du cours

- ✓ premiers algorithmes que l'on voit pour le cas multi-agent
- ✓ sont optimaux contre un adversaire rationnel
- ✓ nécessite de connaître parfaitement l'environnement (les règles du jeu)

algorithmes et concepts

locale

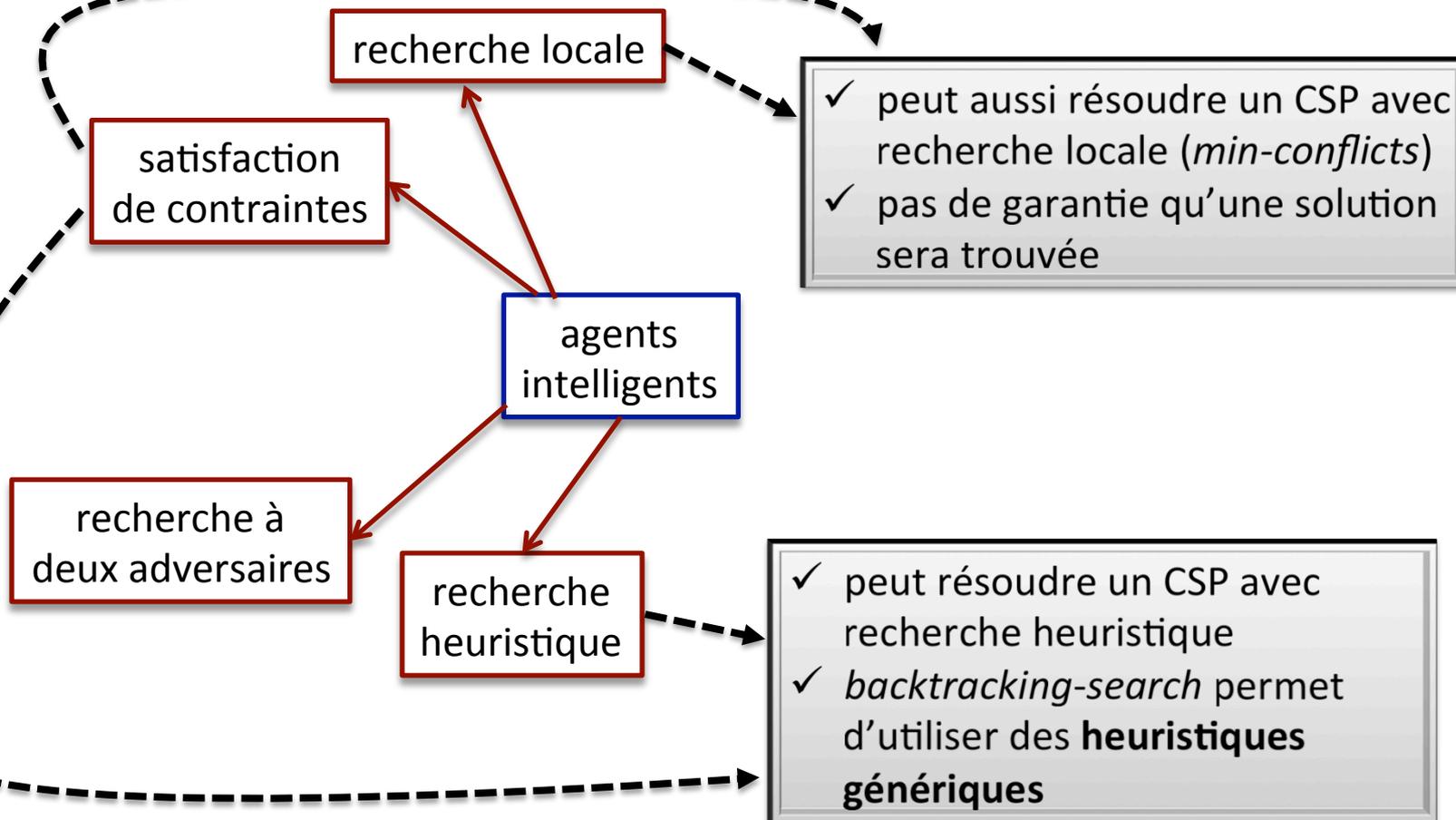
agents intelligents

recherche à deux adversaires

recherche heuristique

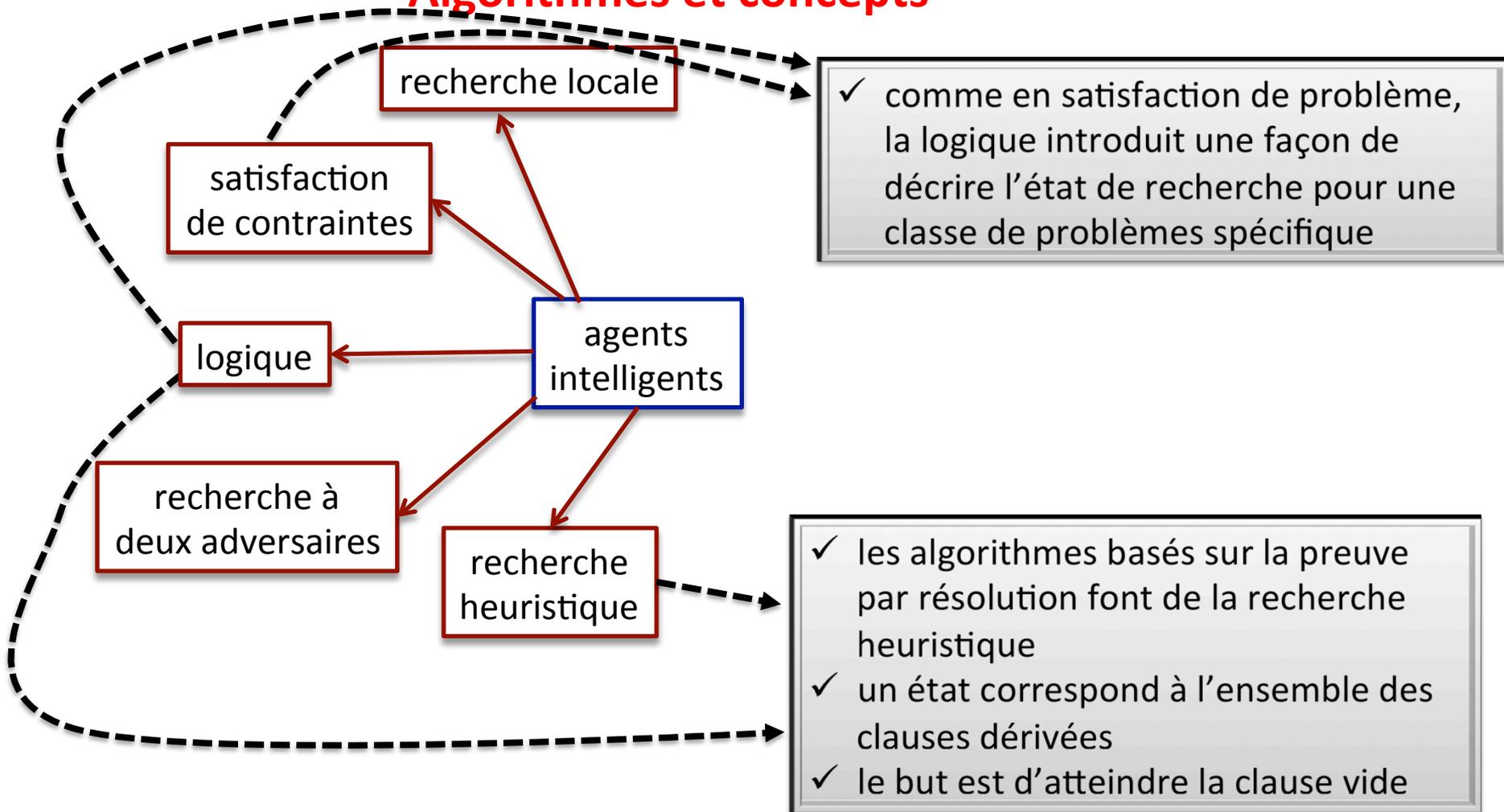
# Objectifs du cours

## Algorithmes et concepts



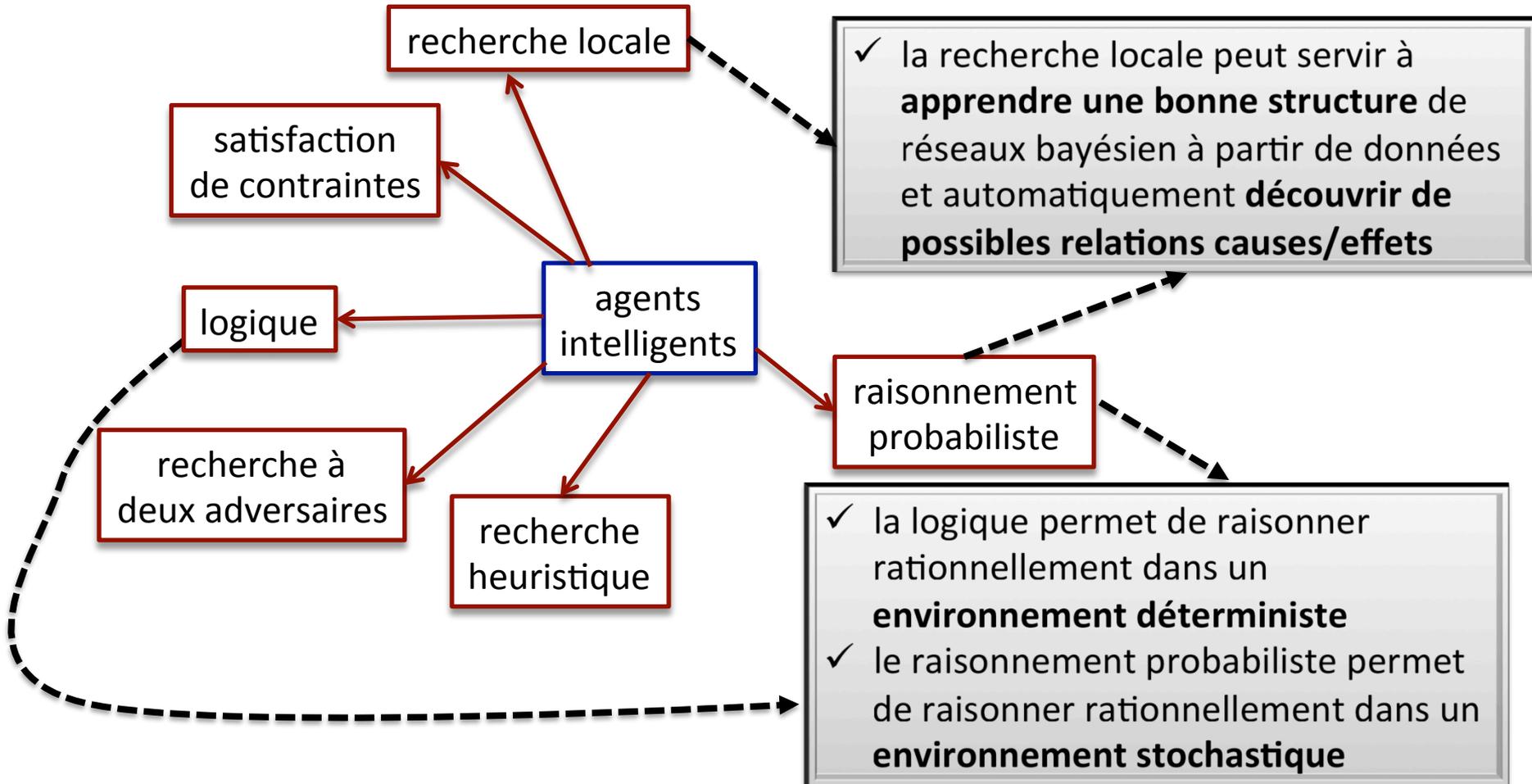
# Objectifs du cours

## Algorithmes et concepts



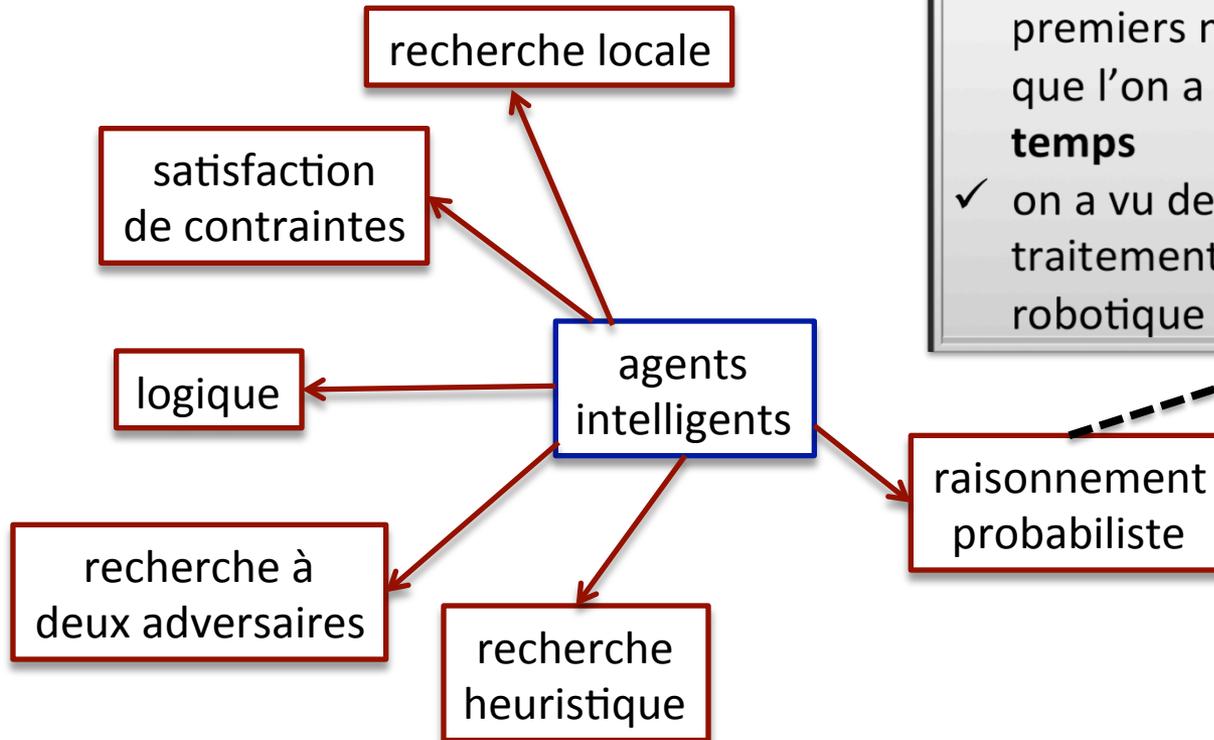
# Objectifs du cours

## Algorithmes et concepts



# Objectifs du cours

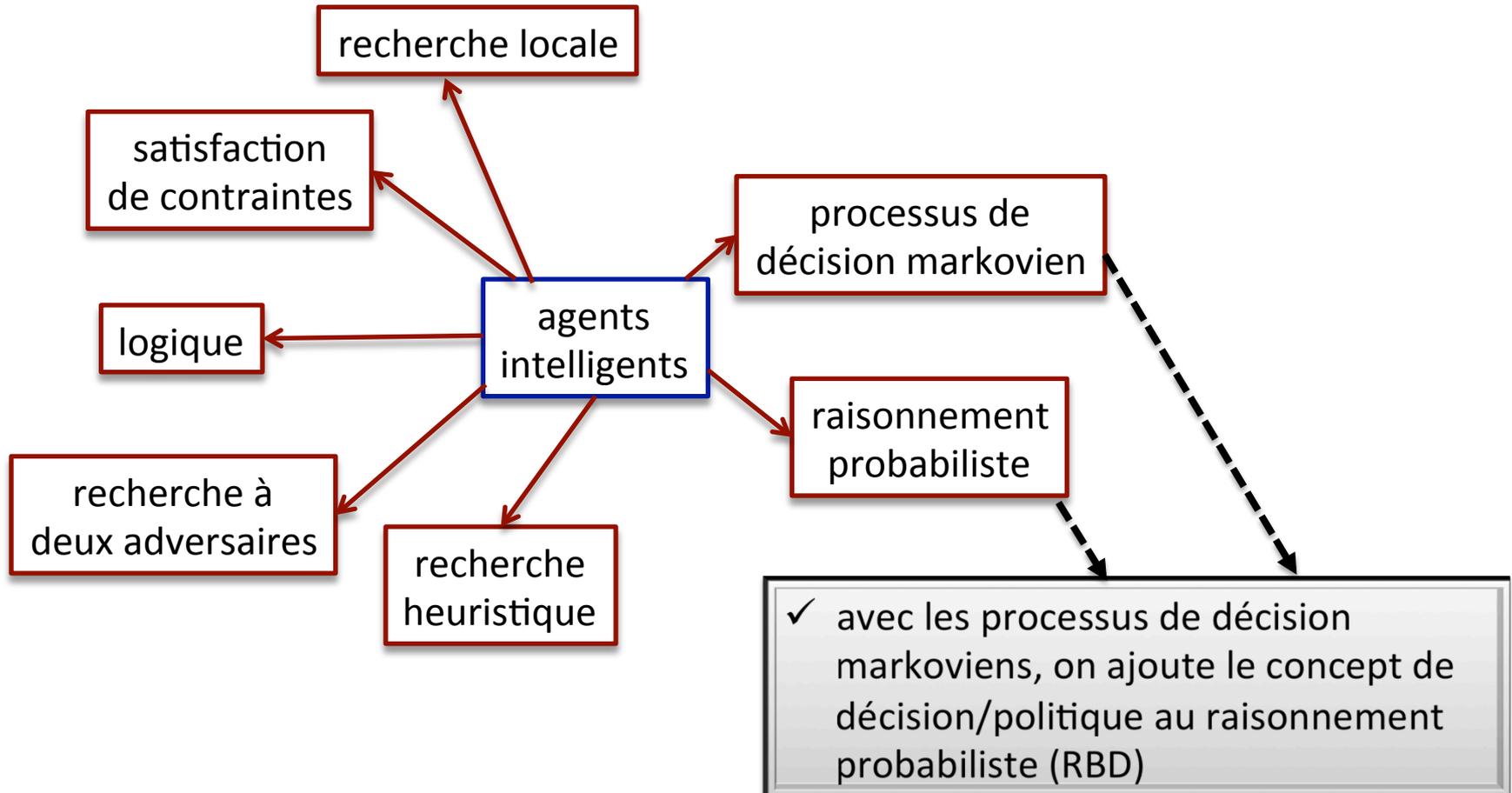
## Algorithmes et concepts



- ✓ les RBD et le HMM sont les premiers modèles probabilistes que l'on a vu incluant **la notion de temps**
- ✓ on a vu des applications en traitement de la langue et robotique

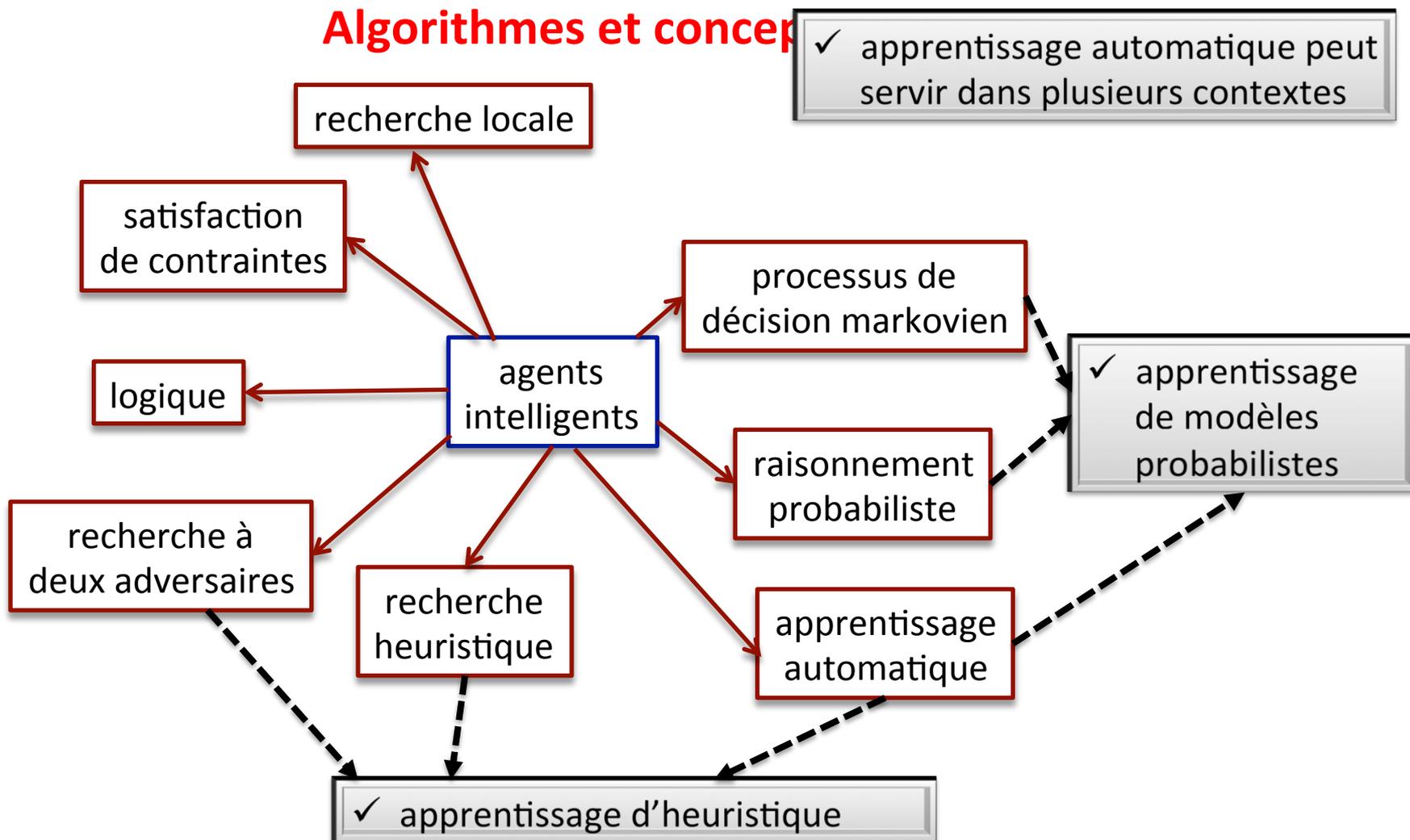
# Objectifs du cours

## Algorithmes et concepts



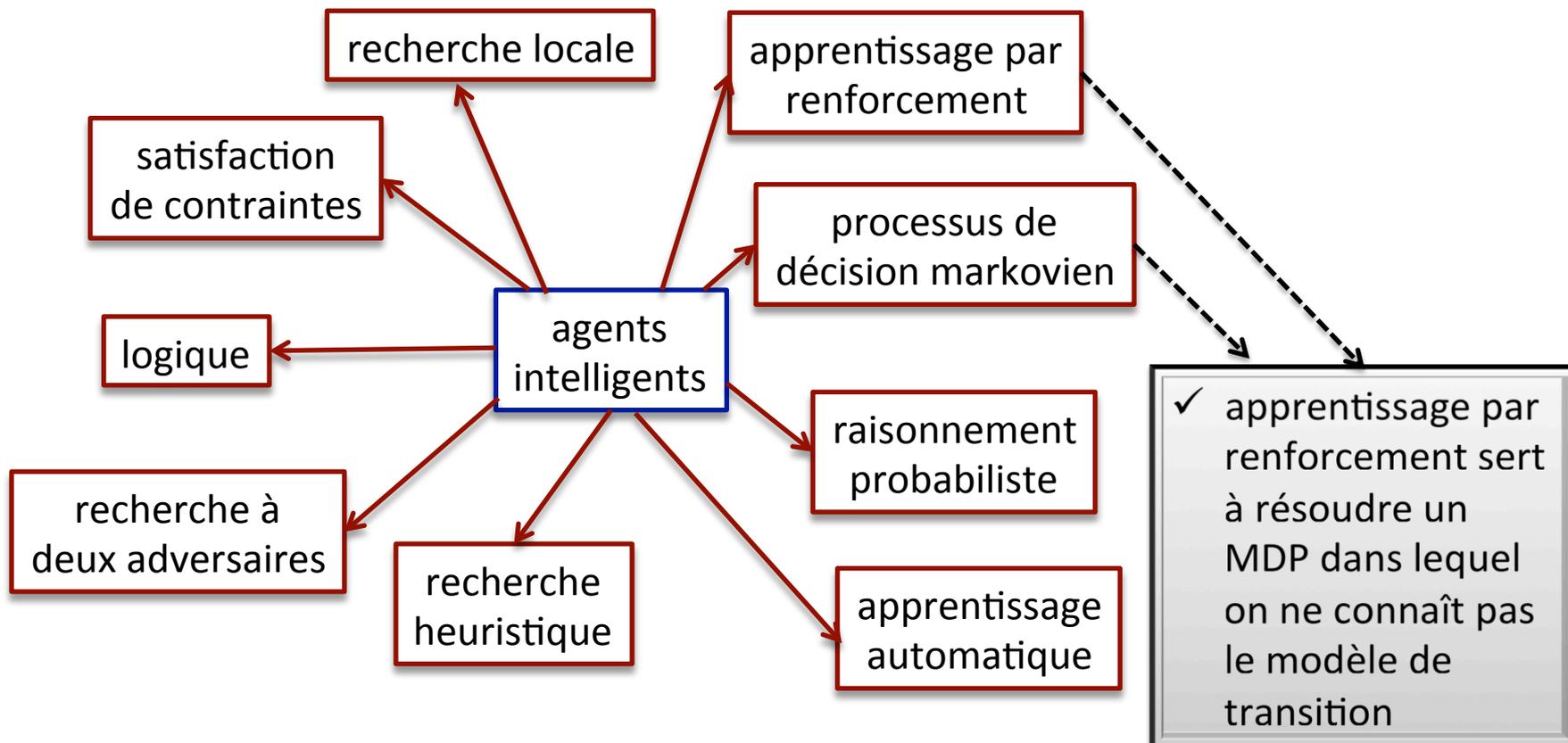
# Objectifs du cours

## Algorithmes et concepts



# Objectifs du cours

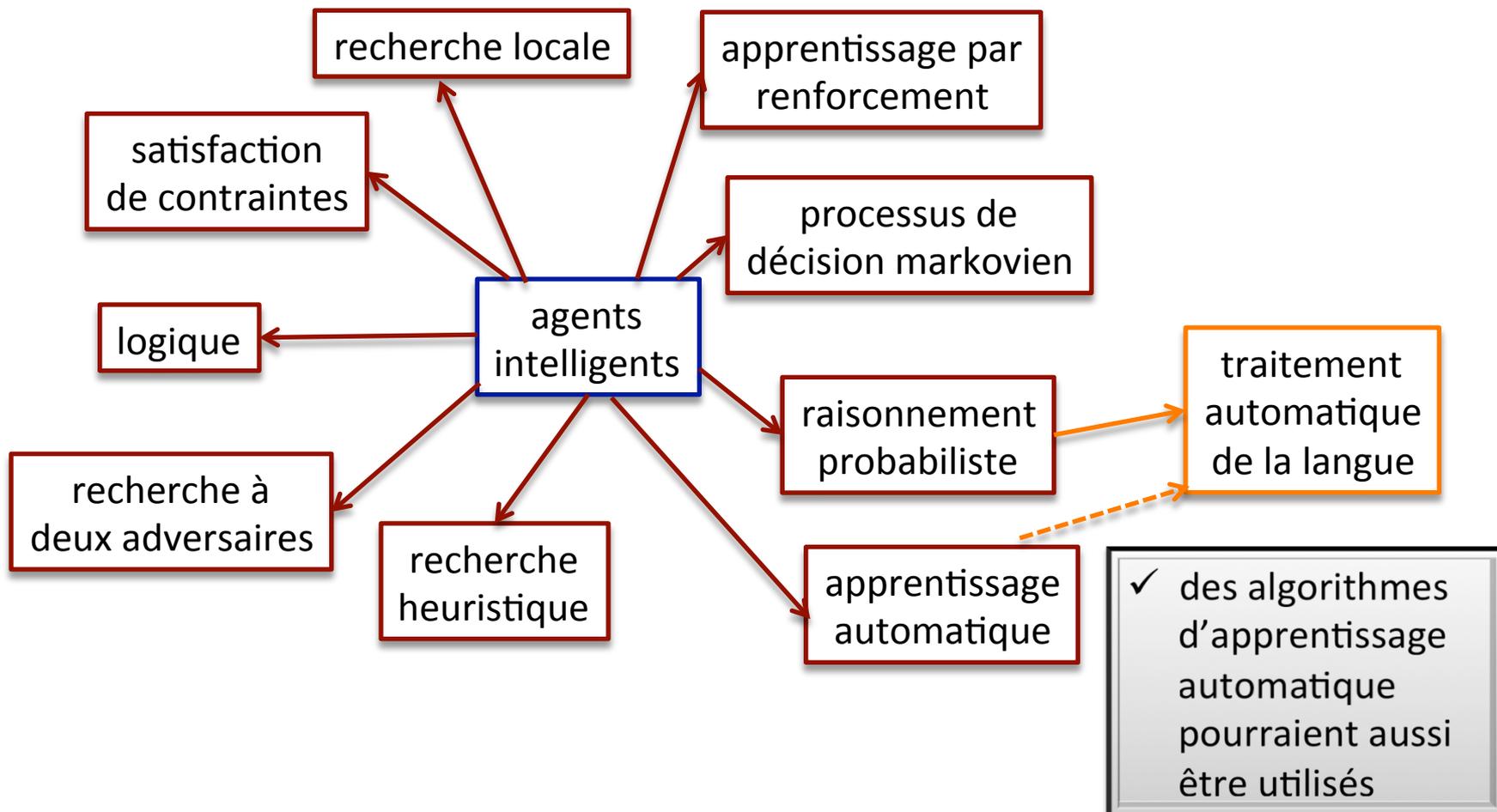
## Algorithmes et concepts



# Objectifs du cours

## Algorithmes et concepts

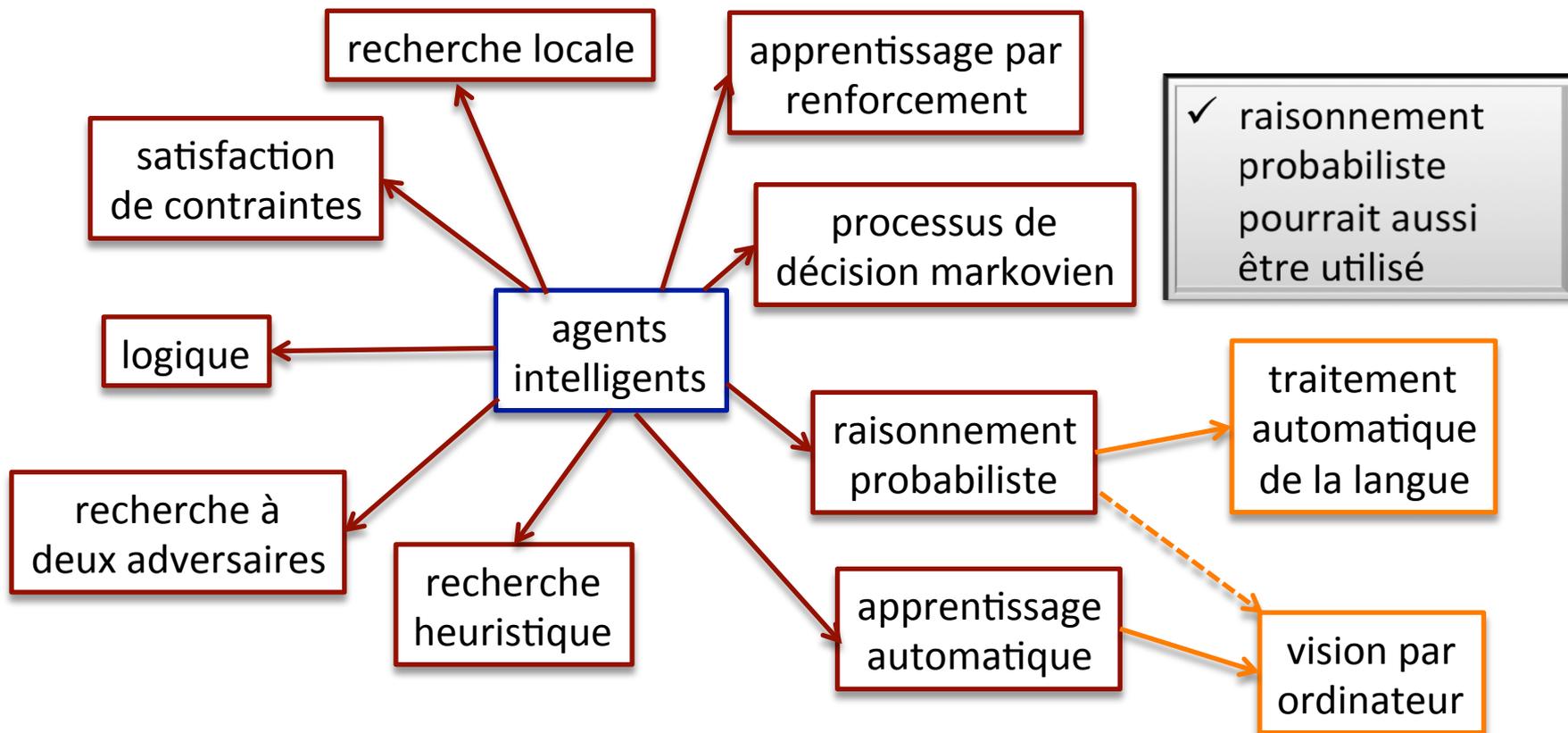
## Applications



# Objectifs du cours

## Algorithmes et concepts

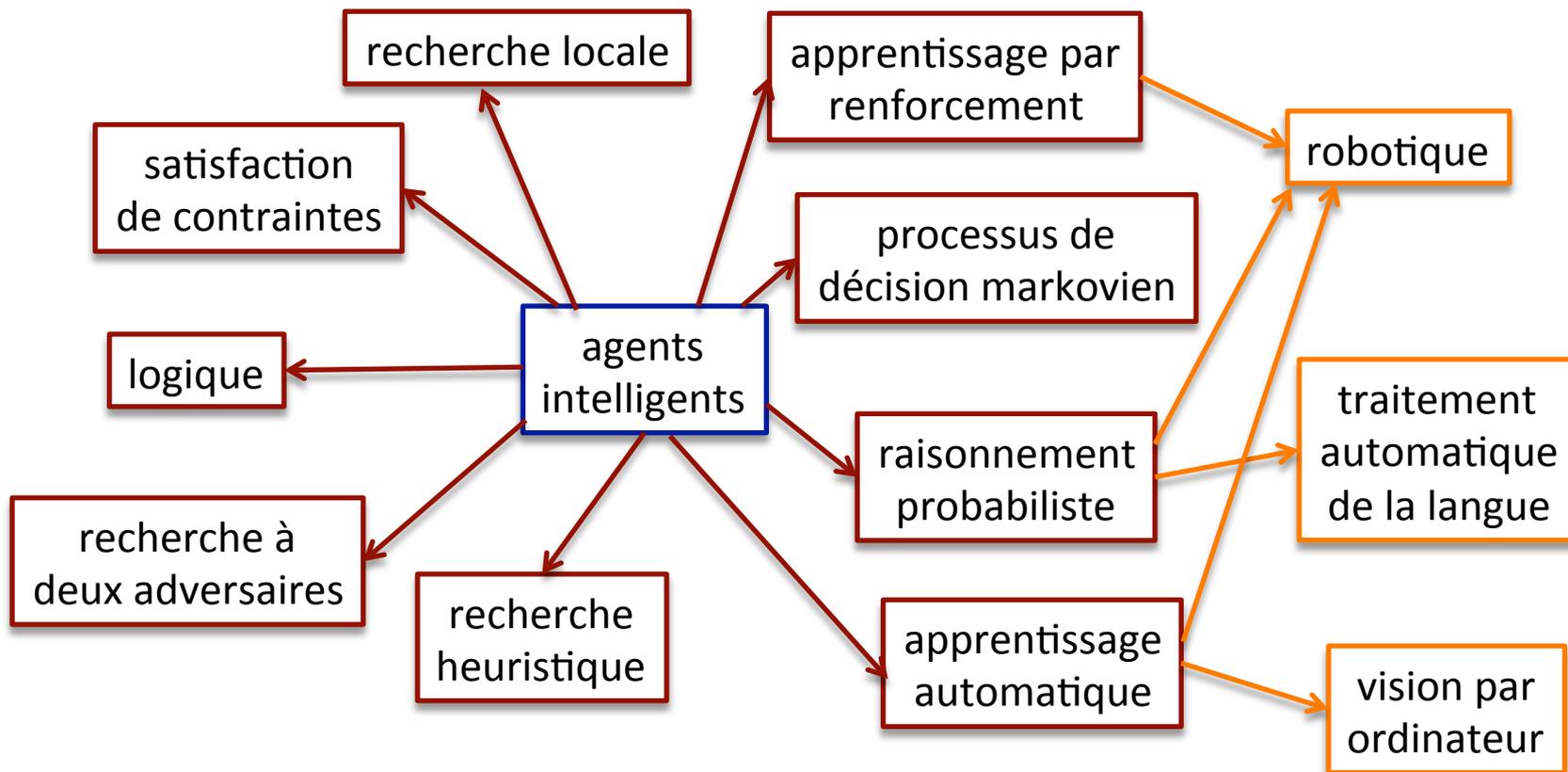
## Applications



# Objectifs du cours

## Algorithmes et concepts

## Applications

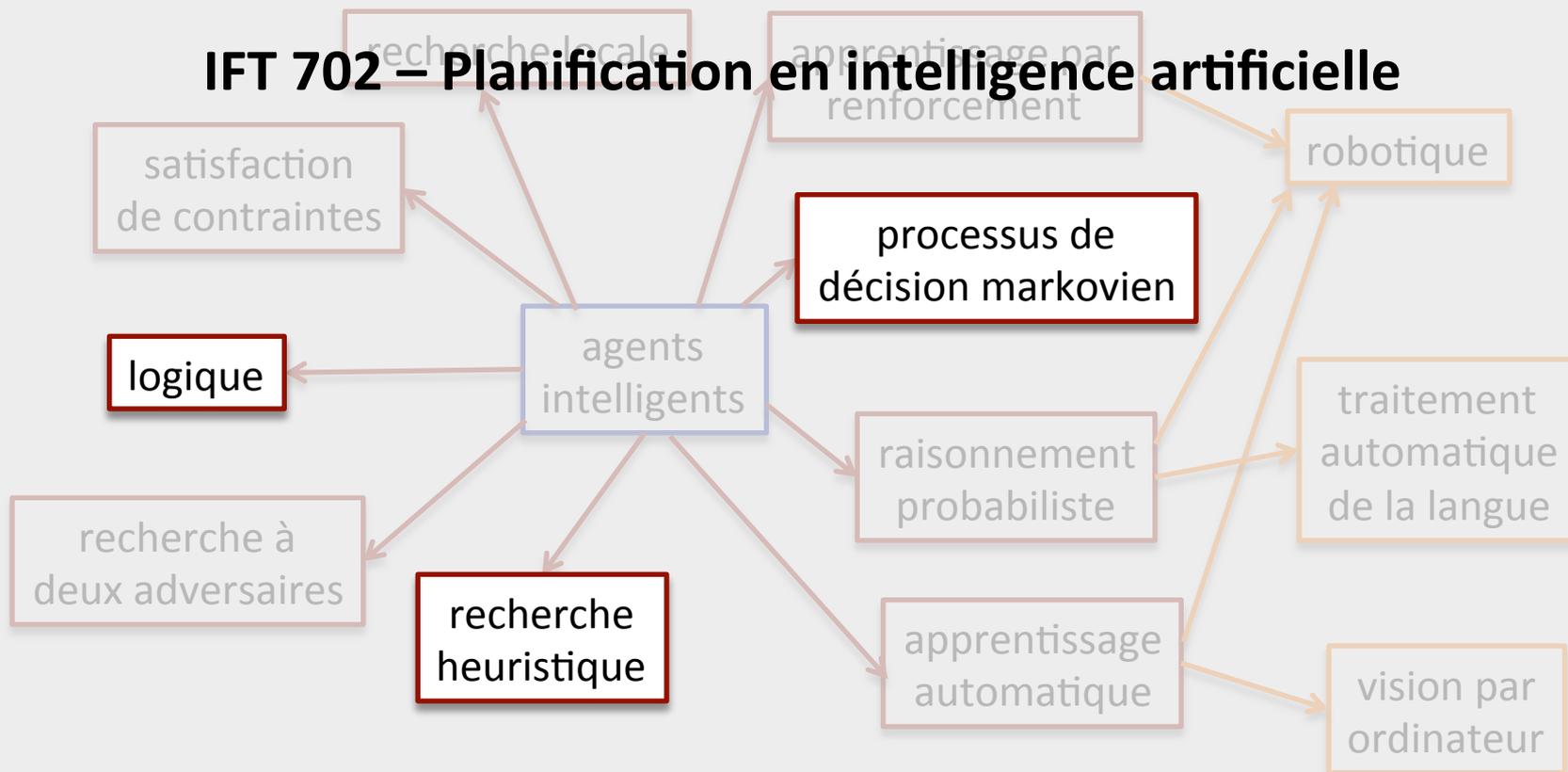


# Objectifs du cours

## Algorithmes et concepts

## Applications

### IFT 702 – Planification en intelligence artificielle

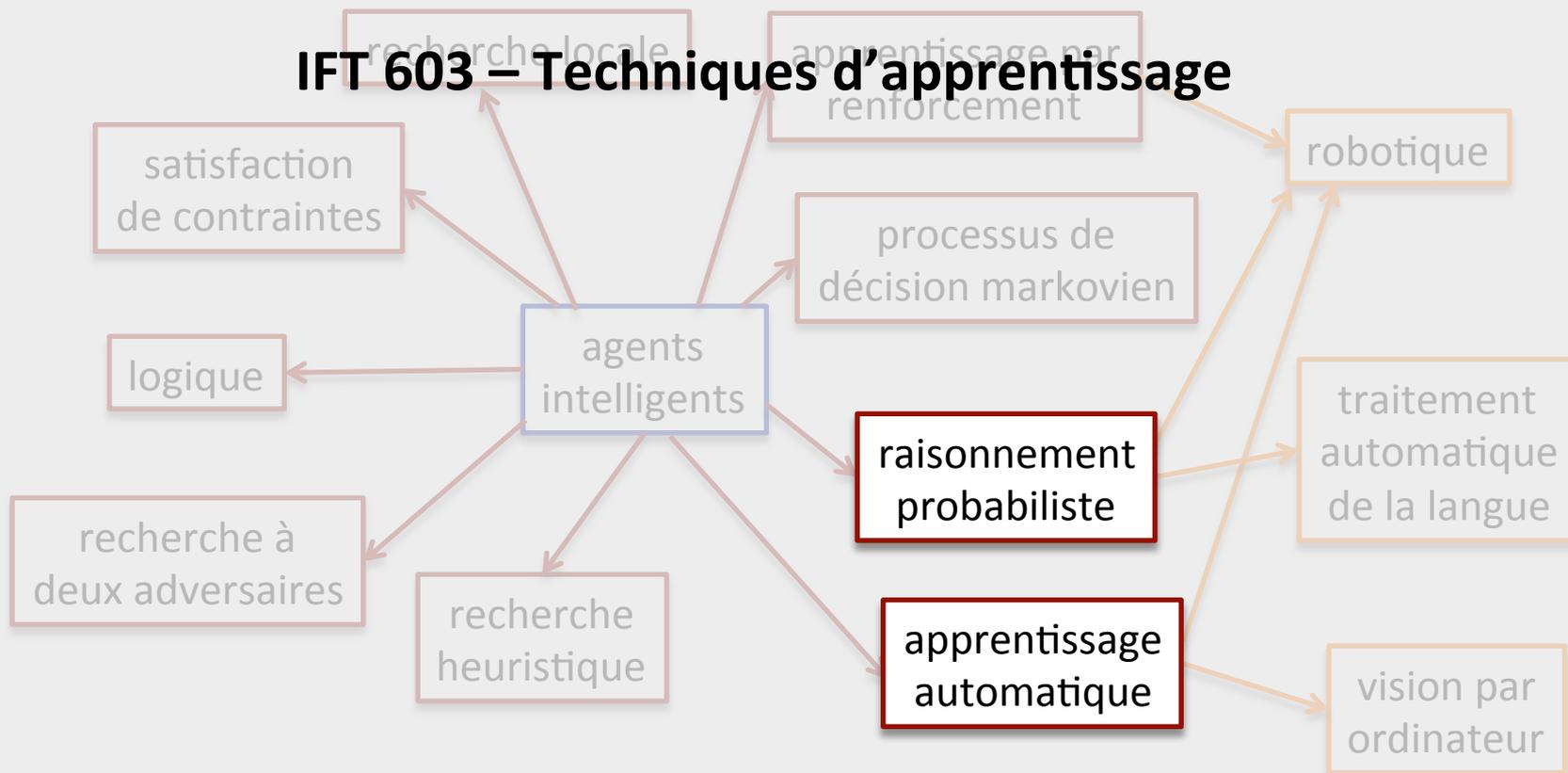


# Objectifs du cours

## Algorithmes et concepts

## Applications

### IFT 603 – Techniques d'apprentissage

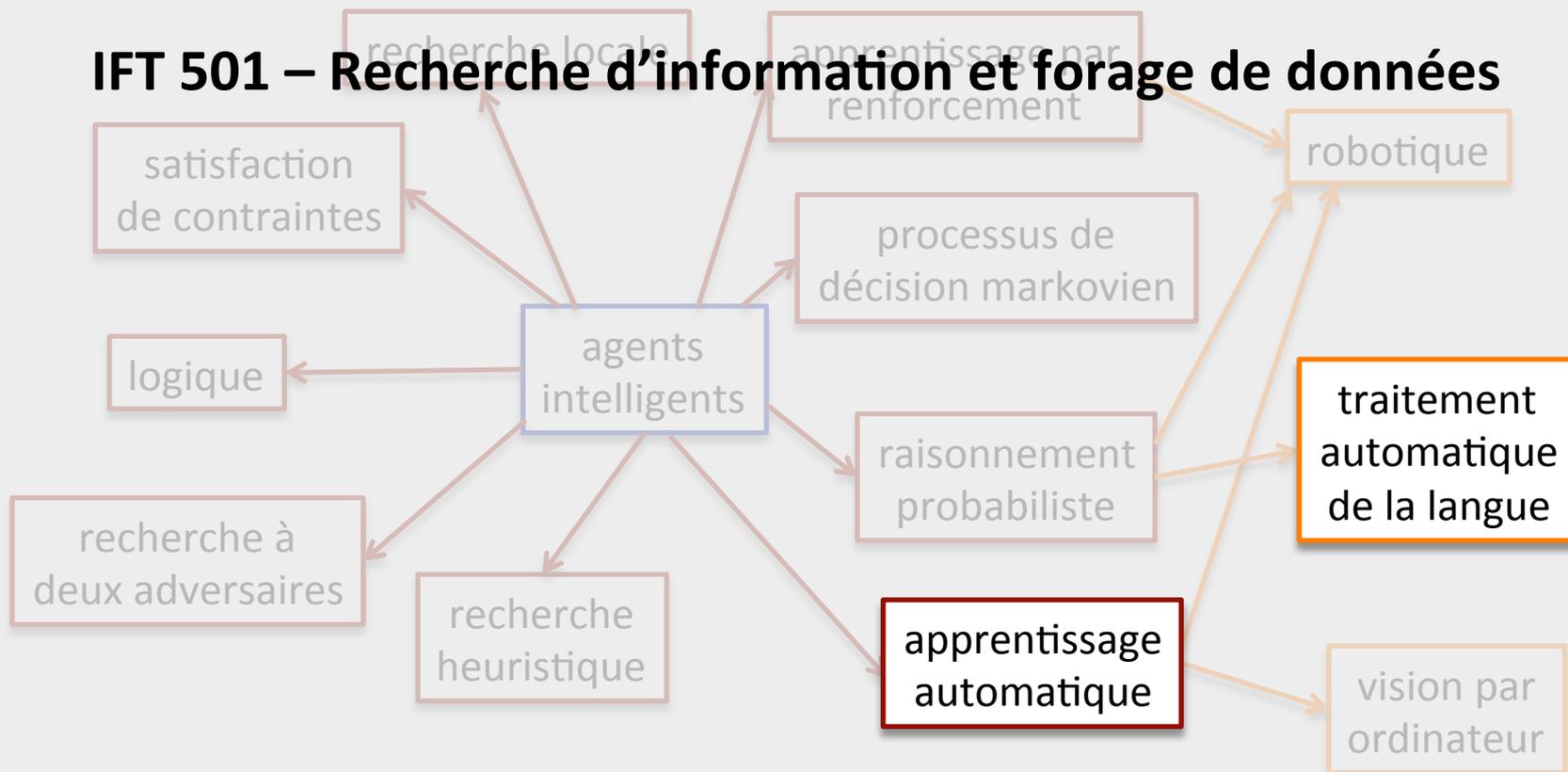


# Objectifs du cours

## Algorithmes et concepts

## Applications

### IFT 501 – Recherche d'information et forage de données



# L'examen final est récapitulatif

## Contenu avant l'intra

- ◆ Agents intelligents
- ◆ Recherche heuristique
- ◆ Recherche locale
- ◆ Recherche pour jeux à deux adversaires
- ◆ Satisfaction de contraintes
- ◆ Logique du premier ordre
- ◆ Raisonnement probabiliste
- ◆ Réseaux bayésiens

## Contenu après l'intra

- ◆ Réseaux bayésiens dynamiques
- ◆ Processus de décision markoviens
- ◆ Apprentissage automatique
- ◆ Apprentissage par renforcement
- ◆ Traitement automatique de la langue
- ◆ Vision par ordinateur

# Agents intelligents

- Donner une définition de l'intelligence artificielle
- Expliquer pourquoi l'approche par intelligence artificielle peut être plus appropriée
- Définir ce qu'est un agent et donnez des exemples
- Faire une analyse d'un agent selon le modèle PEAS
- Déterminer les caractéristiques d'un environnement donné

# Recherche heuristique

- Comprendre le concept de recherche heuristique
  - ◆ qu'est-ce qu'une heuristique?
- Comprendre les différents concepts derrière  $A^*$ 
  - ◆ fonctions  $f(n)$ ,  $g(n)$  et  $h(n)$ , ainsi que  $f^*(n)$ ,  $g^*(n)$  et  $h^*(n)$
- Identifier une heuristique admissible ou monotone
- Décrire les propriétés théoriques de  $A^*$
- Programmer/simuler l'exécution de  $A^*$

# Recherche locale

- Décrire ce qu'est la recherche locale en général
- Décrire les algorithmes :
  - ◆ *hill-climbing*
  - ◆ *simulated annealing*
  - ◆ algorithme génétique
- Savoir simuler ces algorithmes
- Connaître leurs propriétés (avantages vs. désavantages)

# Recherche pour jeux à deux adversaires

- Décrire formellement le problème de recherche associée au développement d'une IA pour un jeu à deux adversaires
- Décrire les algorithmes:
  - ◆ minimax
  - ◆ élagage alpha-bêta
- Connaître leurs propriétés théoriques
- Simuler l'exécution de ces algorithmes
- Décrire comment traiter le cas en temps réel

# Satisfaction de contraintes

- Formuler un problème sous forme d'un problème de satisfaction de contraintes (variables, domaines, contraintes)
- Simuler l'algorithme *backtracking-search*
- Connaître les différentes façons de l'améliorer
  - ◆ ordonnancement des variables
  - ◆ ordonnancement des valeurs
  - ◆ inférence (*forward checking*, AC-3)
- Savoir simuler *forward checking* et AC-3
- Décrire comment résoudre un problème de satisfaction de contraintes avec un algorithme de recherche locale

# Logique du premier ordre

- Écrire des formules en logique de premier ordre
  - ◆ connaître la syntaxe
  - ◆ traduire une assertion en français sous forme de logique
- Faire une preuve par résolution
  - ◆ appliquer une substitution
  - ◆ identifier l'unificateur le plus général (UPG)
  - ◆ mettre sous forme normale conjonctive

# Raisonnement probabiliste

- À partir d'une distribution conjointe ou des distributions conditionnelles et a priori nécessaires :
  - ◆ calculer une probabilité conjointe
  - ◆ calculer une probabilité marginale
  - ◆ déterminer si deux variables sont indépendantes
  - ◆ déterminer si deux variables sont conditionnellement indépendantes sachant une troisième

# Réseaux bayésiens

- Décrire ce qu'est un réseau bayésien :
  - ◆ qu'est-ce que la topologie représente
  - ◆ quelle est la distribution conjointe associée à un réseau bayésien
- Étant donné un réseau bayésien :
  - ◆ calculer une probabilité conjointe, marginale, conditionnelle
  - ◆ dire si deux variables sont (conditionnellement) indépendantes
- Décrire comment on
  - ◆ apprend les paramètres d'un réseau bayésien à partir de données
  - ◆ apprend la structure d'un réseau bayésien à partir de données

# Réseaux bayésiens dynamiques

- Distinguer les différents types d'inférence
  - ◆ distribution de filtrage
  - ◆ distribution de prédiction
  - ◆ distribution de lissage
  - ◆ explication la plus plausible
- Décrire ce qu'est un modèle de Markov caché
  - ◆ connaître les définitions des tableaux  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\pi$  et  $\alpha^*$  (que calculent ces tableaux?)
  - ◆ savoir utiliser des tableaux  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\pi$  et  $\alpha^*$  pré-calculés
- Implémenter de l'inférence dans un modèle de Markov caché

# Processus de décision markoviens

- Donner la définition d'un processus de décision markovien
  - ◆ espace d'état
  - ◆ action
  - ◆ modèle de transition
  - ◆ fonction de récompense
  - ◆ décision
  - ◆ plan/politique
- Simuler *value iteration*
- Expliquer le fonctionnement de *policy iteration*

# Apprentissage automatique

- Simuler les algorithmes vus
  - ◆  $k$  plus proches voisins
  - ◆ Perceptron
  - ◆ régression logistique
  - ◆ réseau de neurones
- Calculer une dérivée partielle
- Décrire le développement et l'évaluation (de façon non-biasée) d'un système basé sur un algorithme d'apprentissage automatique
- Comprendre les notions de sous-apprentissage et surapprentissage
- Savoir ce qu'est un hyper-paramètre

# Apprentissage par renforcement

- Distinguer l'apprentissage par renforcement **passif** vs. **actif**
- Algorithmes passifs:
  - ◆ savoir simuler l'estimation directe
  - ◆ savoir simuler la programmation dynamique adaptative (PDA)
  - ◆ savoir simuler la différence temporelle (TD)
- Algorithmes actifs:
  - ◆ savoir simuler PDA actif
  - ◆ savoir simuler *Q-learning*
  - ◆ savoir décrire la recherche de plan/politique
- Savoir comment on traite le dilemme exploration vs. exploitation
- Savoir ce qu'est l'approximation de fonction et à quoi ça sert

# Traitement automatique de la langue

- Classification de documents
  - ◆ simuler la classification à l'aide du modèle bayésien naïf multinomial
  - ◆ comprendre les hypothèses faites par ce modèle
  - ◆ comprendre l'impact du prétraitement des données
- Modèle de langage
  - ◆ savoir ce qu'est un modèle de langage
  - ◆ savoir ce qu'est un modèle  $n$ -gramme
  - ◆ connaître les techniques de lissage et à quoi elles servent
  - ◆ savoir à quoi peut servir un modèle de langage
- Étiquetage syntaxique et extraction d'information
  - ◆ pouvoir décrire les étapes pour résoudre ces tâches

# Vision par ordinateur

- Calculer une convolution
- Décrire globalement ce qu'est un contour et comment on peut les détecter
- Décrire ce qu'est un gradient d'image et connaître ses propriétés (norme vs. orientation)
- Décrire comment on extrait des caractéristiques d'une image à partir de ses gradients
- Savoir ce qui distingue un réseau de neurones à convolution d'un réseau de neurones standard

# Lors de l'examen

- Le livre de référence **n'est pas autorisé**
- Trois feuilles manuscrites **sont autorisés**
- Vous avez droit (et aurez besoin) d'une **calculatrice**
- **Tout appareil muni d'un moyen de communication est interdit**
- Utilisez un bon français