

# PANORAMA DE L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE



ses bases méthodologiques, ses développements

## Représentation des connaissances et formalisation des raisonnements

\*

Coordinateurs :  
**Pierre Marquis**  
**Odile Papini**  
**Henri Prade**

---

Préface :  
**Jacques Pitrat**

**Cépaduès**  
ÉDITIONS

# Table des matières

Préface

xv

## Volume 1 Représentation des connaissances et formalisation des raisonnements

<b>1</b>	<b>Éléments pour une histoire de l'intelligence artificielle</b>	<b>1</b>
1.1	Introduction . . . . .	1
1.2	Les premiers pas : de l'Antiquité au XVI <sup>e</sup> siècle . . . . .	2
1.3	Vers de nouvelles lumières : XVII <sup>e</sup> et XVIII <sup>e</sup> siècles . . . . .	5
1.4	Le XIX <sup>e</sup> siècle : l'avènement de la logique . . . . .	9
1.5	La première moitié du XX <sup>e</sup> siècle : de la logique mathématique à la cybernétique . . . . .	11
1.6	Les débuts de l'IA moderne . . . . .	17
1.7	Conclusion . . . . .	22
<b>2</b>	<b>Représentation des connaissances : modalités, conditionnels et raisonnement non monotone</b>	<b>41</b>
2.1	Introduction . . . . .	42
2.2	Deux logiques modales de base . . . . .	45
2.3	Deux logiques des conditionnels . . . . .	48
2.4	De la logique des défauts vers deux classes de formalismes non monotones	52
2.5	Les logiques des conditionnels à la lumière des logiques épistémico-dynamiques . . . . .	56
2.6	Conclusion . . . . .	58
<b>3</b>	<b>Représentations de l'incertitude en intelligence artificielle</b>	<b>65</b>
3.1	Introduction . . . . .	65
3.2	Imprecision, incertitude, gradualité, granularité . . . . .	66
3.3	Le cadre probabiliste . . . . .	71
3.4	Théorie des possibilités . . . . .	78
3.5	Théorie des fonctions de croyances . . . . .	92
3.6	Théorie des probabilités imprécises . . . . .	106
3.7	Conclusion . . . . .	109

<b>4</b>	<b>Raisonnement qualitatif sur les systèmes dynamiques, le temps et l'espace</b>	<b>123</b>
4.1	Introduction	123
4.2	Physique qualitative	124
4.3	Raisonnement qualitatif sur le temps et l'espace	132
4.4	Conclusion	144
<b>5</b>	<b>Raisonner avec des ontologies : logiques de description et graphes conceptuels</b>	<b>155</b>
5.1	Introduction	155
5.2	Logiques de description	158
5.3	Graphes conceptuels	166
5.4	LD, GC et Datalog $\pm$	174
5.5	Conclusion	177
<b>6</b>	<b>Représentation des préférences</b>	<b>181</b>
6.1	Introduction	181
6.2	Langages de représentation compacte de préférences	184
6.3	Langages graphiques et préférences ordinales : CP-nets et extensions	185
6.4	Langages graphiques et représentations numériques des préférences	194
6.5	Langages logiques	203
6.6	Conclusion	210
<b>7</b>	<b>Normes et logique déontique</b>	<b>215</b>
7.1	Introduction	215
7.2	Obligation d'être et obligation de faire	217
7.3	Obligations conditionnelles et contextuelles	221
7.4	Obligation avec délais	227
7.5	Obligation de groupe	229
7.6	Conclusion	231
<b>8</b>	<b>Raisonnement à partir de cas, raisonnement et apprentissage par analogie, gradualité et interpolation</b>	<b>239</b>
8.1	Introduction	239
8.2	Le raisonnement à partir de cas	240
8.3	Analogie et proportion analogique	250
8.4	Raisonnement interpolatif	254
8.5	Conclusion	257
<b>9</b>	<b>Modèles d'apprentissage artificiel</b>	<b>265</b>
9.1	Introduction	265
9.2	Agents apprenants	266
9.3	Apprentissage supervisé	269
9.4	Apprentissage exact	272
9.5	Apprentissage en ligne	275
9.6	Apprentissage statistique	280

9.7	Apprentissage par renforcement . . . . .	284
9.8	Conclusion . . . . .	288
<b>10</b>	<b>Argumentation et raisonnement en présence de contradictions</b>	<b>297</b>
10.1	Introduction . . . . .	297
10.2	Raisonnement à partir d'informations contradictoires . . . . .	298
10.3	Raisonnement sous restauration virtuelle de la cohérence . . . . .	301
10.4	Logiques paraconsistantes . . . . .	304
10.5	Argumentation . . . . .	308
10.6	Raisonnement dans les systèmes d'inférence pair-à-pair . . . . .	313
10.7	Conclusion . . . . .	315
<b>11</b>	<b>Approches de la révision et de la fusion d'informations</b>	<b>321</b>
11.1	Introduction . . . . .	321
11.2	Révision de croyances en logique . . . . .	324
11.3	Révision itérée . . . . .	330
11.4	Approche logique de la fusion d'informations . . . . .	336
11.5	Approches évaluées de la révision et de la fusion . . . . .	344
11.6	Conclusion . . . . .	352
<b>12</b>	<b>Raisonnement sur l'action et le changement</b>	<b>363</b>
12.1	Introduction . . . . .	363
12.2	Raisonnement sur l'action : modèles . . . . .	364
12.3	Raisonnement sur l'action : langages . . . . .	371
12.4	Raisonnement sur le changement : la mise-à-jour . . . . .	381
12.5	Conclusion . . . . .	387
<b>13</b>	<b>Décision multicritère</b>	<b>393</b>
13.1	Introduction . . . . .	393
13.2	Problèmes de décision multicritère . . . . .	395
13.3	Modèles préférentiels s'inscrivant dans l'approche CA . . . . .	401
13.4	Modèles préférentiels s'inscrivant dans l'approche AC . . . . .	408
13.5	Conclusion . . . . .	417
<b>14</b>	<b>Décision dans l'incertain</b>	<b>423</b>
14.1	Introduction . . . . .	423
14.2	Le critère d'espérance d'utilité (EU) . . . . .	425
14.3	Les modèles non linéaires de décision dans le risque . . . . .	439
14.4	Les modèles décisionnels hors du cadre probabiliste . . . . .	444
14.5	Les formalismes de décisions séquentielles . . . . .	450
14.6	Conclusion . . . . .	455
<b>15</b>	<b>Systèmes multiagents : décision collective</b>	<b>461</b>
15.1	Introduction . . . . .	461
15.2	Vote . . . . .	467

<b>4</b>	<b>Raisonnement qualitatif sur les systèmes dynamiques, le temps et l'espace</b>	<b>123</b>
4.1	Introduction . . . . .	123
4.2	Physique qualitative . . . . .	124
4.3	Raisonnement qualitatif sur le temps et l'espace . . . . .	132
4.4	Conclusion . . . . .	144
<b>5</b>	<b>Raisonner avec des ontologies : logiques de description et graphes conceptuels</b>	<b>155</b>
5.1	Introduction . . . . .	155
5.2	Logiques de description . . . . .	158
5.3	Graphes conceptuels . . . . .	166
5.4	LD, GC et Datalog $\pm$ . . . . .	174
5.5	Conclusion . . . . .	177
<b>6</b>	<b>Représentation des préférences</b>	<b>181</b>
6.1	Introduction . . . . .	181
6.2	Langages de représentation compacte de préférences . . . . .	184
6.3	Langages graphiques et préférences ordinales : CP-nets et extensions . . . . .	185
6.4	Langages graphiques et représentations numériques des préférences . . . . .	194
6.5	Langages logiques . . . . .	203
6.6	Conclusion . . . . .	210
<b>7</b>	<b>Normes et logique déontique</b>	<b>215</b>
7.1	Introduction . . . . .	215
7.2	Obligation d'être et obligation de faire . . . . .	217
7.3	Obligations conditionnelles et contextuelles . . . . .	221
7.4	Obligation avec délais . . . . .	227
7.5	Obligation de groupe . . . . .	229
7.6	Conclusion . . . . .	231
<b>8</b>	<b>Raisonnement à partir de cas, raisonnement et apprentissage par analogie, gradualité et interpolation</b>	<b>239</b>
8.1	Introduction . . . . .	239
8.2	Le raisonnement à partir de cas . . . . .	240
8.3	Analogie et proportion analogique . . . . .	250
8.4	Raisonnement interpolatif . . . . .	254
8.5	Conclusion . . . . .	257
<b>9</b>	<b>Modèles d'apprentissage artificiel</b>	<b>265</b>
9.1	Introduction . . . . .	265
9.2	Agents apprenants . . . . .	266
9.3	Apprentissage supervisé . . . . .	269
9.4	Apprentissage exact . . . . .	272
9.5	Apprentissage en ligne . . . . .	275
9.6	Apprentissage statistique . . . . .	280

9.7	Apprentissage par renforcement . . . . .	284
9.8	Conclusion . . . . .	288
<b>10</b>	<b>Argumentation et raisonnement en présence de contradictions</b>	<b>297</b>
10.1	Introduction . . . . .	297
10.2	Raisonnement à partir d'informations contradictoires . . . . .	298
10.3	Raisonnement sous restauration virtuelle de la cohérence . . . . .	301
10.4	Logiques paraconsistantes . . . . .	304
10.5	Argumentation . . . . .	308
10.6	Raisonnement dans les systèmes d'inférence pair-à-pair . . . . .	313
10.7	Conclusion . . . . .	315
<b>11</b>	<b>Approches de la révision et de la fusion d'informations</b>	<b>321</b>
11.1	Introduction . . . . .	321
11.2	Révision de croyances en logique . . . . .	324
11.3	Révision itérée . . . . .	330
11.4	Approche logique de la fusion d'informations . . . . .	336
11.5	Approches évaluées de la révision et de la fusion . . . . .	344
11.6	Conclusion . . . . .	352
<b>12</b>	<b>Raisonnement sur l'action et le changement</b>	<b>363</b>
12.1	Introduction . . . . .	363
12.2	Raisonnement sur l'action : modèles . . . . .	364
12.3	Raisonnement sur l'action : langages . . . . .	371
12.4	Raisonnement sur le changement : la mise-à-jour . . . . .	381
12.5	Conclusion . . . . .	387
<b>13</b>	<b>Décision multicritère</b>	<b>393</b>
13.1	Introduction . . . . .	393
13.2	Problèmes de décision multicritère . . . . .	395
13.3	Modèles préférentiels s'inscrivant dans l'approche CA . . . . .	401
13.4	Modèles préférentiels s'inscrivant dans l'approche AC . . . . .	408
13.5	Conclusion . . . . .	417
<b>14</b>	<b>Décision dans l'incertain</b>	<b>423</b>
14.1	Introduction . . . . .	423
14.2	Le critère d'espérance d'utilité (EU) . . . . .	425
14.3	Les modèles non linéaires de décision dans le risque . . . . .	439
14.4	Les modèles décisionnels hors du cadre probabiliste . . . . .	444
14.5	Les formalismes de décisions séquentielles . . . . .	450
14.6	Conclusion . . . . .	455
<b>15</b>	<b>Systèmes multiagents : décision collective</b>	<b>461</b>
15.1	Introduction . . . . .	461
15.2	Vote . . . . .	467

15.3	Partages équitables . . . . .	479
15.4	Enchères combinatoires . . . . .	489
15.5	Conclusion . . . . .	494
<b>16</b>	<b>Formalisation de systèmes d'agent cognitif, de la confiance et des émotions</b>	<b>503</b>
16.1	Introduction . . . . .	503
16.2	Systèmes formels d'agent cognitif . . . . .	505
16.3	Formalisation de la confiance . . . . .	515
16.4	Formalisation des émotions . . . . .	518
16.5	Conclusion . . . . .	521
<b>17</b>	<b>Systèmes multiagents : négociation, persuasion</b>	<b>527</b>
17.1	Introduction . . . . .	527
17.2	Les paramètres de la négociation . . . . .	530
17.3	Négociation bilatérale : approche axiomatique . . . . .	531
17.4	Négociation bilatérale : protocoles et stratégies . . . . .	535
17.5	Approches pour le cadre multilatéral . . . . .	539
17.6	Négociation basée sur la persuasion . . . . .	544
17.7	Conclusion . . . . .	549
<b>18</b>	<b>Diagnostic et supervision : approches à base de modèles</b>	<b>555</b>
18.1	Introduction . . . . .	555
18.2	Cadre logique du diagnostic . . . . .	556
18.3	Diagnostic de systèmes à événements discrets . . . . .	566
18.4	Passerelles entre diagnostic à base de modèles de l'IA et de l'automatique	575
18.5	Conclusion . . . . .	582
<b>19</b>	<b>Validation et explication</b>	<b>591</b>
19.1	Introduction . . . . .	591
19.2	Validation : enjeux et solutions . . . . .	593
19.3	Explication : enjeux et solutions . . . . .	600
19.4	Problématiques actuelles . . . . .	605
19.5	Conclusion . . . . .	608
<b>20</b>	<b>Ingénierie des connaissances</b>	<b>615</b>
20.1	Introduction . . . . .	615
20.2	Modélisations utilisées . . . . .	616
20.3	Problèmes considérés et résultats . . . . .	620
20.4	Enjeux méthodologiques et applicatifs actuels . . . . .	634
20.5	Conclusion . . . . .	641
	<b>Postface</b>	<b>651</b>
	Index	
	Table des matières	