

DÉPARTEMENT DE PHILOSOPHIE ET D'ÉTHIQUE APPLIQUÉE
Faculté des lettres et des sciences humaines
Université de Sherbrooke

Ontologies du risque

Mémoire de maîtrise
par
Olivier Grenier

Sous la direction de
Adrien Barton
François Claveau

Sherbrooke
Août 2019

Remerciements

J'aimerais d'abord remercier mon directeur de recherche, Adrien Barton, pour les deux dernières années de formation. Adrien a été présent tout au long de mon parcours de maîtrise afin de m'initier au domaine fascinant et complexe qu'est l'ontologie appliquée, me guider dans mes recherches et répondre à mes multiples interrogations. Il a également révisé avec soin chacune de mes productions au cours des deux dernières années, qu'il s'agisse d'un article pour une revue scientifique, d'un résumé ou d'un texte de présentation pour une conférence. ou d'une demande de financement. Je remercie aussi Adrien pour les nombreuses opportunités de contribution à la recherche qu'il m'a offertes, notamment la participation, comme second auteur, à la rédaction de deux articles scientifiques dans le cadre des conférences sur l'ontologie formelle dans les systèmes d'information (Formal Ontology in Information Systems, FOIS 2018) et de la conférence internationale sur les ontologies biomédicales (International Conference on Biomedical Ontologies, ICBO 2018), la participation au VIIe Congrès annuel de la Société de philosophie des sciences dans le cadre d'un symposium sur l'ontologie appliquée. Je le remercie finalement pour son encadrement lors de la rédaction, à l'automne 2018, d'un article scientifique sur l'ontologie du risque pour la revue *Lato Sensu*.

Je remercie également mon co-directeur, François Claveau, titulaire de la Chaire de recherche du Canada en épistémologie pratique. François m'a initié à la recherche lorsque j'ai commencé à travailler avec lui à l'hiver 2017, alors que je complétais le baccalauréat en philosophie et éthique appliquée de l'université de Sherbrooke. François a toujours été disponible pour discuter de l'avancement de ma formation et suggérer des idées pour mon mémoire de maîtrise, bien que l'ontologie appliquée ne soit pas son domaine d'expertise. Je remercie aussi François de m'avoir donné l'occasion de présenter mes recherches aux membres de la Chaire de recherche du Canada en épistémologie pratique.

Je remercie aussi les évaluateurs pour leurs précieux commentaires sur le mémoire. Ils ont lu le fruit de mes recherches avec soin et leurs remarques m'ont permis d'améliorer plusieurs aspects du document en vue du dépôt.

Je reconnais le soutien financier, au cours des deux dernières années, du Groupe de recherche interdisciplinaire en informatique de la santé (GRIIS), du Conseil de recherche en sciences humaines du Canada, du Fonds de recherche du Québec société et culture et de la Chaire de recherche du Canada

en épistémologie pratique. Je les remercie pour ce soutien financier qui m'a grandement aidé à compléter ce mémoire dans les délais prévus.

Je remercie aussi les différentes organisations qui m'ont donné l'occasion de présenter mes résultats de recherche lors de leurs conférences et colloques : la Société de philosophie du Québec, l'Association canadienne-francophone pour l'avancement du savoir, l'Association canadienne de philosophie, la Société de philosophie des sciences, l'Association étudiante de philosophie et d'éthique appliquée de l'université de Sherbrooke, le comité organisateur de Philosofest 2019 et le comité organisateur de Philosopolis 2018. Je remercie également le GRIIS de m'avoir donné l'occasion de présenter mes résultats de recherche aux membres de l'équipe lors des réunions GRIIS scientifique.

J'aimerais finalement remercier ma famille, mes collègues et amis du GRIIS et de la Chaire de recherche du Canada, mes amis philosophes et mes amis moins philosophes pour leur présence et leur soutien au cours de mon parcours à la maîtrise en philosophie. Merci particulièrement à Kim, ma compagne loyale qui me soutient toujours dans les imprévus de la recherche.

Table des matières

Introduction.....	8
Ce qu'est (et ce que n'est pas) un risque.....	10
L'ontologie du risque et l'analyse technique des risques.....	12
Survол des chapitres.....	13
Premier chapitre : Contexte de recherche et précisions méthodologiques.....	17
1.1 L'ontologie philosophique.....	17
1.2 L'ontologie appliquée.....	19
1.3 La méthode réaliste de construction des ontologies.....	22
1.4 L'évaluation des ontologies appliquées.....	28
1.5 Fondements logiques et informatiques des ontologies appliquées.....	33
1.6 Récapitulatif du chapitre.....	39
Deuxième chapitre : Conceptions philosophiques du risque.....	41
2.1 Taxonomie des conceptions du risque.....	42
2.2 Les conceptions du risque.....	45
2.3 Une conception dispositionnelle du risque.....	57
Troisième chapitre : Les dispositions.....	63
3.1 Est-ce que les dispositions existent ?.....	63
3.2 Les dispositions : deux modèles.....	72
3.3 Conclusions sur l'ontologie des dispositions.....	87
Quatrième chapitre : Le caractère indésirable des risques.....	90
4.1 Désirs et attitudes propositionnelles.....	90
4.2 Indésirabilité et théorie de la décision.....	95
4.3 Désirs occurrents et désirs dispositionnels.....	100
4.4 Discussion sur l'indésirabilité.....	106
Cinquième chapitre : Formalisation du risque dans la Basic Formal Ontology.....	113
5.1 Les universaux de BFO.....	114
5.2 Le risque dans BFO.....	121
Conclusion.....	139
Bibliographie.....	142

Introduction

À l'ère de l'intelligence artificielle et des données massives, de nombreux efforts sont investis pour informatiser le milieu de la santé. En effet, le large volume de données médicales aujourd'hui disponible dans les bases de données des milieux cliniques et des milieux de recherche pourrait être utilisé pour améliorer les soins de santé. La grande variété des structures sémantiques des données d'un système d'information à un autre rend toutefois difficile, voire impossible, l'échange de données entre des bases de données de systèmes d'information différents. Ce problème de variété relatif à l'échange des données a été nommé le problème de « la tour de Babel des systèmes d'information » (Madnick, 1999).

Les ontologies appliquées sont des outils informatiques aujourd'hui utilisés afin d'organiser les données de nombreux secteurs : le secteur médical, le secteur industriel, le secteur commercial, le milieu de l'ingénierie, et bien d'autres (Smith, 1998). Elles facilitent l'échange de données entre les multiples bases de données de différents systèmes d'information. En effet, elles permettent d'assurer une description consistante des données contenues dans une base de données (Arp, Smith et Spear, 2015, xxi). Le développement d'une ontologie appliquée pour un domaine donné est toutefois un travail de longue haleine puisque les entités du domaine en question doivent être formalisées adéquatement au sein de l'ontologie appliquée. La formalisation ontologique de certaines de ces entités soulève des difficultés philosophiques importantes.

Le risque occupe une grande place dans le domaine biomédical : risques de maladie, risques chirurgicaux, effets secondaires, etc. Le transfert efficace de données et de connaissances relatives aux risques médicaux s'avère ainsi une priorité pour le domaine biomédical. Compte tenu du rôle que les ontologies appliquées jouent dans la facilitation de ce transfert de données et de connaissances, une formalisation du risque pour les ontologies appliquées du domaine biomédical informée par l'analyse philosophique est une contribution importante au domaine de l'ontologie appliquée. Il faut noter en effet que l'informatisation des soins de santé est une entreprise multidisciplinaire qui se déploie aujourd'hui tant à l'échelle nationale qu'à l'échelle internationale. Par exemple, le GRIIS, l'unité de recherche à laquelle j'ai été affilié dans le cadre de ce mémoire, est une équipe de recherche composée d'informaticiens, de médecins et de philosophes. Dans le cadre de ses projets, le GRIIS est impliqué au niveau provincial avec l'Unité Soutien SRAP du Québec, au niveau national avec le réseau national

SRAP sur le diabète et ses complications (Action diabète Canada) et au niveau international avec le groupe INSERM UMR 1138, dirigé par la professeure Anita Burgun, à Paris (GRIIS, 2016-2018).

La formalisation ontologique du risque exige toutefois une analyse philosophique approfondie. En effet, le risque est une entité dont les différents aspects semblent en disharmonie, ou même en contradiction. Par exemple, si j'affirme qu'il y a un risque d'incendie dans un bâtiment, je veux dire, d'une part, qu'il est *possible* qu'un incendie surviendra dans ce bâtiment à un moment ou à un autre. D'autre part, je semble également vouloir dire qu'il existe *actuellement* une entité telle que je suis justifié de croire qu'il y a bel et bien une possibilité d'incendie. La caractérisation du risque soulève ainsi des difficultés philosophiques que j'explorerai au courant de ce mémoire. Pour l'instant, je pose, sans ambages, la question à laquelle ce mémoire vise à répondre : qu'est-ce qu'un risque ?

Pour répondre à cette question, on peut d'abord regarder de quelle manière le terme « risque » est défini en général. On remarque, suite à cet exercice, que le terme « risque », à travers les domaines, est défini de multiples manières qui ne sont pas forcément compatibles les unes avec les autres. Par exemple, dans le dictionnaire, le risque est défini comme un « danger éventuel plus ou moins prévisible » et comme l'« éventualité d'un événement ne dépendant pas uniquement de la volonté des parties et pouvant causer la perte d'un objet ou tout autre dommage » (Le Robert, 2012, 2257). Semblablement, Hansson (2018) souligne que dans les contextes non techniques et familiers, le terme « risque » réfère, de manière généralement vague, à des situations dans lesquelles il est possible et incertain qu'un événement indésirable surviendra. Le terme « risque » est également utilisé de plusieurs manières différentes dans des contextes techniques. Hansson (2018) relève ainsi cinq définitions techniques du risque dont l'usage est assez largement répandu dans les différents domaines scientifiques :

- Un risque est un événement indésirable qui pourrait survenir.
- Un risque est la cause d'un événement indésirable qui pourrait survenir.
- Un risque est la probabilité d'un événement indésirable qui pourrait survenir.
- Un risque est la valeur statistique espérée d'un événement indésirable qui pourrait survenir.
- Un risque est le fait qu'une décision soit prise sous des conditions de probabilités connues (« décision sous risque », par opposition à « décision sous incertitude »).¹

¹ Cette définition et cette distinction entre « décision sous risque » et « décision sous incertitude » sont basées sur les

La vaste panoplie de définitions du risque devrait-elle nous inquiéter ? J'estime que non, pour au moins deux raisons. D'abord, bien que le terme « risque » ait visiblement une signification variable d'un domaine à un autre, mon analyse est axée principalement sur le domaine biomédical. Je vise donc d'abord à circonscrire une signification du terme « risque » qui puisse s'articuler avec celle qui est propre au domaine biomédical. Cela n'exclut pas que la formalisation proposée soit applicable à d'autres domaines, mais simplement qu'elle sera élaborée dans le contexte d'un domaine relativement spécifique. Ensuite, tel que le suggère les définitions du risque relevées plus haut, les chercheurs s'entendent généralement sur le fait qu'un risque a toujours un caractère indésirable, possible et incertain (cf. Rescher, 1983, 7). Il existe ainsi des desiderata d'une définition adéquate du risque. Cela n'exclut pas que plusieurs définitions du risque puissent satisfaire ces desiderata. Cependant, une définition du risque doit être évaluée à l'aune de ces desiderata ; à noter qu'une définition du risque qui n'en tient pas compte n'est pas une définition adéquate du risque.

J'ai ainsi trois objectifs principaux dans ce mémoire. D'abord, je dégagerai les desiderata d'une conception adéquate du risque. En effet, les desiderata spécifiés dans les paragraphes précédents ne sont pas selon moi les seuls dont il faut tenir compte pour définir adéquatement le risque. Ensuite, je proposerai une conception philosophique du risque qui tienne compte de tous ces desiderata. Finalement, je veux formaliser cette conception philosophique du risque pour les ontologies appliquées du domaine biomédical. Plus spécifiquement, cette conception philosophique du risque sera formalisée pour la Basic Formal Ontology (BFO).

Ce qu'est (et ce que n'est pas) un risque

Avant de poursuivre, je souhaite préciser davantage la perspective que j'adopte concernant l'ontologie du risque. Considérons de nouveau les quatre premières définitions techniques spécifiées par Hansson (2018) : 1) un risque est un événement indésirable, possible et incertain ; 2) un risque est la cause d'un événement indésirable, possible et incertain ; 3) un risque est la probabilité d'un événement indésirable, possible et incertain ; 4) un risque est la valeur statistique espérée d'un événement indésirable, possible et incertain. Sans entrer dans le détail de l'ontologie des événements, des causes et des entités mathématiques, il est clair que le risque, dans ces quatre définitions, n'est pas conçu de la même

travaux de Frank Knight (1921). La distinction est souvent reprise en théorie du choix, en théorie de la décision, en finances et en sciences économiques, notamment, bien que la définition proposée ne semble pas *prima facie* adéquate pour caractériser le risque. J'y reviendrai au moment opportun.

manière. Le risque est conçu comme une réalité physique dans les définitions (1) et (2), tandis qu'il est conçu comme une entité *prima facie* mathématique dans les définitions (3) et (4).

La conception du risque comme une entité mathématique peut être retracée au moins jusqu'aux travaux d'Abraham de Moivre (1718). De Moivre, dans *The Doctrine of Chances*, définit le risque, à la manière de la définition (4), comme une espérance statistique de perte. Je ne conçois pas ici le risque comme une entité mathématique. Un risque, ou du moins certains des aspects d'un risque, peuvent être représentés et quantifiés à l'aide d'une entité mathématique, par exemple une probabilité, une valeur statistique espérée, ou même une fonction mathématique (cf. Kaplan et Garrick, 1981). Le risque, d'après la perspective que j'adopte, est toutefois une réalité physique que l'on peut quantifier mathématiquement, et non une entité mathématique.

Pourquoi supposer qu'un risque est une réalité physique ? L'exemple du risque d'incendie dans un bâtiment est éclairant à cet égard. Dire qu'il y a un risque d'incendie dans un bâtiment exprime la possibilité qu'un incendie se déclenche dans ce bâtiment éventuellement. Cette possibilité et les dommages qui en découleraient peuvent être représentés, voire quantifiés, à l'aide, par exemple, d'une probabilité ou d'une valeur statistique espérée. Cette possibilité et ces dommages, c'est-à-dire respectivement l'incendie, les dommages au bâtiment et les blessures, sont toutefois, lorsqu'ils surviennent, des réalités physiques. Ainsi, suivant mes remarques précédentes sur l'actualité du risque, je conçois de manière générale le risque comme une entité physique actuelle servant à expliquer cette possibilité incertaine qu'un événement indésirable survienne.

Qu'en est-il des définitions (1) et (2) relevées par Hansson ? Celles-ci ne sont pas forcément adéquates dans la perspective que j'adopte. Considérons d'abord la définition (1). Lorsque nous parlons d'un risque, nous voulons habituellement dire qu'il existe présentement, mais que ses effets indésirables n'ont pas encore eu lieu. Si un risque est identifié à un événement indésirable comme dans la définition (1), alors il n'existe pas tant que l'événement indésirable n'a pas eu lieu. Cela est contradictoire avec l'idée que l'existence d'un risque précède l'existence de ses effets indésirables.

La définition (2) identifie quant à elle un risque à la cause d'un événement indésirable. Qu'un risque puisse être la cause d'un événement indésirable dépend de l'interprétation que nous donnons de

« cause ». Dans la définition (2), « risque » est défini comme *la* cause d'un événement indésirable. Cela suggère qu'une cause est une entité suffisante pour la production d'un certain effet. Cependant, les risques font habituellement partie de processus causaux complexes et ils ne sont donc pas suffisants pour produire leurs effets. D'autres conditions doivent généralement être réunies, en plus de la présence du risque, pour que les effets en question soient produits. Un risque a donc un rôle causal, mais il n'est pas la seule entité qui a un rôle causal dans un processus qui mène à des effets indésirables pour un agent.

Comme je l'ai déjà mentionné, dire qu'il existe un risque, c'est référer à une entité actuelle pour exprimer la *possibilité* qu'un événement indésirable survienne. Il n'est toutefois pas nécessaire que cette entité actuelle soit, au moment où nous y référons, un principe actif dans le processus causal qui mène aux effets indésirables anticipés. Autrement dit, un risque est une entité qui existe actuellement, mais il n'est pas nécessaire qu'un risque soit causalement actif actuellement. La conception du risque que je défends se rapproche davantage des deux définitions suivantes, relevées dans le glossaire de la *Society for Risk Analysis* (Aven et al., 2018, 4) :

- Un risque est la possibilité d'un événement indésirable.
- Un risque est le potentiel de réalisation des conséquences indésirables d'un événement.

Dans la perspective que j'adopte, le risque est donc une entité physique, actuelle et latente en vertu de laquelle il est possible et incertain qu'un événement indésirable pour un agent surviendra. Cette entité, ou certains des aspects de cette entité, peuvent être représentés à l'aide d'entités mathématiques, sans toutefois être identiques à ces entités mathématiques.

L'ontologie du risque et l'analyse technique des risques

Ma démarche de définition du risque se distingue également de la démarche de définition d'un risque en analyse technique des risques. Dans le domaine de l'analyse technique des risques, définir un risque consiste à spécifier de manière suffisamment claire les conséquences possibles qui nous importent (*valued outcomes*) de manière à prendre une décision relativement à ces conséquences possibles (Fischhoff et Kadavy, 2011, 22). Cette démarche est similaire à celle adoptée en théorie de la décision. Par exemple, Savage (1954 ; Steele et Orri Stefánsson, 2016) propose que le choix d'un agent sous

incertitude peut être analysé à l'aide d'une matrice de décision comme celle de la figure 1 ci-dessous :

Figure 1. Exemple de matrice de choix sous incertitude de Savage

	Pluie P(Pluie) = 0.6	Journée ensoleillée P(-Pluie) = 0.4
Partir sans parapluie	Être mouillé et ne pas être chargé	Être sec et ne pas être chargé
Partir avec un parapluie	Être peu mouillé et peu chargé	Être sec et peu chargé

Dans cette matrice, les lignes représentent les actions parmi lesquelles un agent peut choisir. Les colonnes représentent les croyances de cet agent relativement aux états possibles du monde sur lequel cet agent n'a aucun contrôle. Les degrés de croyance de cet agent concernant les différents états possibles du monde sont quantifiés à l'aide de probabilités. Aux croisements des lignes et des colonnes de la matrice, on retrouve les conséquences d'un choix d'option en fonction d'un état possible du monde (s'il survient). La valeur attribuée à chacune des conséquences est quantifiée à l'aide de l'utilité, qui est elle-même évaluée en fonction des préférences de l'agent concerné. La définition d'un risque, dans cette perspective, est la spécification 1) des conséquences envisagées par un agent en fonction de l'option choisie et de l'état du monde, et 2) de l'utilité de ces conséquences en fonction des préférences de cet agent.

Ma démarche de définition du risque est plus générale, bien que les outils théoriques développés en théorie de la décision seront utiles pour mon analyse philosophique du risque. D'une part, je définis le risque indépendamment d'un contexte de décision. D'autre part, je définis ce qu'est un risque pour un agent en général, et non les caractéristiques d'un risque donné pour cet agent dans un contexte particulier. La démarche de définition d'un risque, en analyse technique des risques et en théorie de la décision, vise à spécifier la perte potentielle pour un agent suite à un événement anticipé. Je vise plutôt à spécifier ce qui constitue le potentiel de perte pour un agent, c'est-à-dire en vertu de quel(s) élément(s) actuel(s) l'événement indésirable et la perte potentielle sont possibles.

Survol des chapitres

Ce mémoire comporte cinq chapitres. Au premier chapitre, je présente le contexte théorique dans lequel s'inscrit cette recherche. À cette fin, je présente 1) l'ontologie comme discipline philosophique, 2) l'ontologie appliquée comme discipline de recherche et les particularités des ontologies appliquées

comme outils informatiques de représentation des entités d'un domaine, 3) les approches de construction des ontologies appliquées, 4) les critères d'évaluation et une méthode d'évaluation, les questions de compétence, des ontologies appliquées et, finalement, 5) les fondements logiques et informatiques des ontologies appliquées.

Au deuxième chapitre, je présente et j'analyse les principales conceptions du risque relevées dans la littérature. Je propose une taxonomie des conceptions du risque qui permet de distinguer les différentes conceptions selon deux axes : le statut ontologique du risque (conception réaliste ou conception représentationnelle du risque) et l'aspect du risque sur lequel l'accent est mis dans la conception défendue (l'aspect objectif, l'aspect subjectif ou l'aspect socioculturel du risque). À partir de l'analyse des différentes conceptions du risque, je spécifie deux desiderata supplémentaires d'une définition adéquate du risque que j'appelle « dimension objective du risque » et « dimension subjective du risque ». La dimension objective du risque énonce qu'un risque pour un agent existe indépendamment de la connaissance que cet agent a de l'existence de ce risque. La dimension subjective du risque énonce qu'un risque est en relation avec les attitudes de l'agent pour qui il existe un risque. Je conclus que concevoir le risque comme une disposition (que j'identifie à un pouvoir causal) permet d'articuler de manière cohérente les cinq desiderata spécifiés précédemment : l'aspect indésirable du risque, l'aspect possible du risque, l'aspect incertain du risque, la dimension objective du risque et la dimension subjective du risque. Je nomme cette conception la « conception dispositionnelle du risque ».

Au troisième chapitre, j'explique ce qu'est une disposition. Puisque l'existence des dispositions fait l'objet d'un débat en philosophie, je présente d'abord une sélection d'arguments en défaveur de l'existence des dispositions et en faveur de l'existence des dispositions. J'analyse ces arguments et je conclus que puisque les théories scientifiques font référence aux dispositions, il est nécessaire de faire comme si les dispositions existent lorsque nous construisons des ontologies du domaine scientifique. Ensuite, je présente et j'analyse deux modèles ontologiques généraux des dispositions : le modèle stimulus-manifestation et le modèle des manifestations mutuelles. J'adopte une interprétation plus spécifique du modèle stimulus-manifestation, le déterminisme dispositionnel, pour représenter les dispositions.

Au quatrième chapitre, je montre comment la définition du risque que je propose permet de tenir

compte de l'aspect indésirable du risque. De manière concise, une disposition a des manifestations possibles. Une disposition est un risque pour un agent si et seulement si au moins l'une de ces manifestations est indésirable pour cet agent. L'une de ces manifestations est indésirable pour un agent si et seulement si elle entraîne une conséquence indésirable pour un agent. Je conclus qu'une conséquence possible est indésirable pour un agent en vertu des désirs de cet agent. Je distingue finalement trois entités liées aux désirs pour analyser les situations de risque : les dispositions à acquérir des désirs dispositionnels, les désirs dispositionnels et les désirs occurrents.

Finalement, au cinquième chapitre, j'élabore une formalisation du risque dans BFO à partir de l'analyse des chapitres précédents et des travaux de formalisation déjà réalisés auparavant en ontologie appliquée. Je présente d'abord l'ontologie BFO et ses différentes catégories d'entités. Je propose finalement une formalisation du risque dans BFO.

Premier chapitre : Contexte de recherche et précisions méthodologiques

Dans ce chapitre, je précise le contexte dans lequel s'inscrit ma recherche sur le risque ainsi que certains principes méthodologiques propres au champ de l'ontologie appliquée. En effet, ma recherche sur le risque s'inscrit dans le cadre d'une formalisation pour les ontologies appliquées du domaine biomédical. Les ontologies appliquées sont des outils informatiques de représentation et de classification des entités de divers domaines dont les fondements théoriques sont tirés, entre autres, de l'ontologie philosophique.

Ce chapitre est divisé en cinq sections. Dans la première section, je présente l'ontologie philosophique en tant que champ d'enquête philosophique. Dans la deuxième section, je présente l'ontologie appliquée en tant que domaine de recherche et l'apport des philosophes à ce domaine de recherche. Dans la troisième section, je présente un débat important en ontologie appliquée portant sur trois approches de construction des ontologies appliquées : l'approche réaliste, l'approche nominaliste et l'approche conceptualiste. L'analyse de ces trois approches mène à la conclusion que l'adoption de la méthode réaliste permet d'éviter des confusions et des ambiguïtés que l'approche nominaliste et l'approche conceptualiste risquent d'introduire dans les ontologies appliquées. Dans la quatrième section, je présente des critères d'évaluation des ontologies appliquées ainsi qu'une méthode d'évaluation des ontologies appliquées à l'aide de questions de compétence. Finalement, dans la cinquième section, je présente brièvement les fondements logiques et informatiques des ontologies appliquées.

1.1 L'ontologie philosophique

L'ontologie philosophique est une discipline qui étudie ce qui est, c'est-à-dire les entités qui peuplent notre monde, les genres de ces entités, les structures de ces entités, leurs propriétés, les événements, les processus et les relations entre ces différents éléments (Arp, Smith et Spear, 2015, 28). L'ontologie philosophique est traditionnellement associée à la métaphysique. En effet, Aristote affirme que l'objet d'étude de la métaphysique est « l'être, en tant qu'être, et les propriétés de cet être par soi » (Aristote, *Métaphysique*, livre Γ, 1003a 21). Ainsi, les problèmes classiques abordés par la métaphysique traditionnelle portent sur l'être en tant que tel, les premières causes des choses et le changement (van Inwagen et Sullivan, 2018). De manière générale, ces problèmes philosophiques correspondent à ceux dont traite Aristote dans la *Métaphysique* (2008).

Au fil des époques, de nouveaux problèmes philosophiques ont été abordés en métaphysique, par exemple les problèmes concernant l'identité, la modalité, l'espace et le temps, le libre-arbitre et le déterminisme, et la relation entre états mentaux et états physiques (van Inwagen et Sullivan, 2018). Certains des problèmes philosophiques de la « nouvelle » métaphysique recoupent des questions soulevées en ontologie philosophique. En effet, la métaphysique étudie la structure fondamentale de la réalité dans son ensemble (Lowe, 2002, 3). Le champ d'étude de la métaphysique est donc très étendu. Une distance théorique s'est néanmoins établie entre l'ontologie philosophique et la métaphysique depuis l'Antiquité. Ainsi, le champ de recherche de la métaphysique déborde aujourd'hui celui de l'ontologie philosophique. Par exemple, la théologie rationnelle est une branche de la métaphysique distincte de l'ontologie, tandis que la cosmologie était traditionnellement une autre branche de la métaphysique (cf. Grier, 2018). L'ontologie est ainsi plutôt considérée, à notre époque, comme une branche de la métaphysique.

En ontologie philosophique, des théories de ce qui existe et des caractéristiques de ce qui existe sont proposées. Ces théories peuvent prendre la forme de représentations ou de classifications des entités d'un domaine : la visée des ontologies est donc essentiellement descriptive. Afin de classer les entités particulières d'un domaine, celles-ci sont d'abord regroupées sous des catégories plus générales. Par exemple, on dit qu'une pomme est un fruit, et qu'un fruit est un aliment, et qu'un aliment est une entité matérielle, et ainsi de suite. Une telle classification prend généralement la forme d'un arbre hiérarchique que l'on nomme une « taxonomie ».

Les entités particulières sont regroupées en catégories à l'aide de taxonomies. Par exemple, *cette* pomme est *une* pomme et, par transitivité, *cette* pomme est *un* fruit puisqu'*une* pomme est *un* fruit. La relation « est un » est une relation de subsomption. Dans une ontologie, davantage de relations que les relations de subsomption sont représentées. Par exemple, les relations de tout à partie, nommées « relations méréologiques » (Simons, 1987 ; Varzi, 2019), sont généralement représentées dans une ontologie : cette pomme a pour partie ces pépins, cette pomme a pour partie cette pulpe de pomme, et ainsi de suite. Une ontologie est donc une taxonomie dans laquelle sont représentées d'autres relations que la relation de subsomption entre les catégories générales qui composent cette taxonomie (Arp, Smith et Spear, 2015).

Des thèses philosophiques s'opposent quant au statut ontologique des catégories générales représentées dans les ontologies. Une première thèse générale à ce sujet est le réalisme. Le réalisme est une famille de théories philosophiques concernant le statut ontologique de différentes entités, par exemple le réalisme des particules physiques ou le réalisme des états mentaux. Miller (2016) propose une caractérisation générale du réalisme :

- **Réalisme** : Thèse philosophique selon laquelle les entités d'intérêt a , b , et c et ainsi de suite existent, et le fait qu'elles existent et qu'elles aient des propriétés telles que la F-ité, la G-ité, et la H-ité est indépendant de nos croyances, de nos pratiques linguistiques, de nos schèmes conceptuels, et ainsi de suite.

Le réalisme s'articule ainsi autour de deux dimensions : la dimension d'existence des entités d'intérêt et la dimension d'indépendance de cette existence. Le réalisme a de nombreux opposants qui rejettent, pour une entité d'intérêt donnée, soit la dimension d'existence, soit la dimension d'indépendance. Autrement dit, là où le réalisme affirme que l'entité a et ses propriétés existent indépendamment de nos croyances, de nos pratiques linguistiques et de nos schèmes conceptuels, les opposants au réalisme affirment soit que l'entité a n'existe pas, soit qu'elle n'existe pas indépendamment de nos croyances, de nos pratiques linguistiques et de nos schèmes conceptuels. Typiquement, pour un type d'entité donné, ceux qui défendent la théorie de l'erreur (*error theory*), le non-cognitivism, l'instrumentalisme, le nominalisme, certaines formes de réductionnisme et l'éliminativisme rejettent la dimension d'existence. La dimension d'indépendance est quant à elle typiquement rejetée par différentes formes d'anti-réalisme, comme l'idéalisme et le subjectivisme. D'autres philosophes, finalement, défendent plutôt le quiétisme et nient la pertinence des questions soulevées par le débat entre le réalisme et ses opposants (Miller, 2016).

Je m'en tiens à cette présentation de l'ontologie philosophique. J'aborde, dans la prochaine section, un débat d'ontologie de première importance dans le domaine de l'ontologie appliquée : le débat entre réalisme des universaux, nominalisme et conceptualisme.

1.2 L'ontologie appliquée

L'ontologie appliquée est une discipline qui vise à développer des outils informatiques, les ontologies

appliquées. Les ontologies appliquées sont des outils informatiques de représentation et de classification des entités d'un domaine spécifique et de leurs relations. Les ontologies appliquées sont utilisées notamment pour représenter et classifier les entités du domaine biomédical. Plusieurs unités de recherche à travers le monde travaillent au développement des ontologies du domaine biomédical, entre autres le département de philosophie et le département d'informatique biomédicale de l'Université de Buffalo, l'Institut d'informatique médicale, statistique et épidémiologique (IMISE) de l'Université de Leipzig, l'institut d'informatique médicale, statistique et documentation de l'Université médicale de Graz, la Faculté d'étude des impacts sur la santé et de l'informatique biomédicale de l'Université de Floride et le Groupe de recherche interdisciplinaire en informatique de la santé (GRIIS) de l'Université de Sherbrooke.

Les ontologies appliquées sont utilisées notamment pour annoter les données d'une base de données. Tel que je l'ai mentionné en introduction, l'échange de données entre des bases de données différentes est parfois difficile, voire impossible, car la signification des données n'est généralement pas conservée lors du transfert de données d'une base de données à une autre. On dit alors qu'il y a un défaut d'interopérabilité sémantique. En annotant les données de différentes bases de données à l'aide d'une même ontologie appliquée, on assure l'interopérabilité sémantique des données de différents systèmes d'information.

L'ontologie appliquée fait fréquemment appel aux résultats de la métaphysique analytique et de la philosophie des sciences pour caractériser adéquatement les entités qu'elle veut représenter (Munn, 2008 ; Barton et Rosier, 2016). On appelle également « ontologie appliquée » une ontologie développée dans le cadre de cette discipline et utilisée pour représenter les entités d'un domaine. On peut distinguer au moins deux types d'ontologie : les ontologies de domaine, dans lesquelles sont représentées les entités d'un domaine spécifique, comme le domaine des maladies infectieuses ; et les ontologies de haut niveau, comme BFO, la Unified Foundational Ontology (UFO ; Guizzardi et Wagner, 2010), la Descriptive Ontology for Linguistic and Cognitive Engineering (DOLCE ; Masolo et al., 2002) ou la General Formal Ontology (GFO ; Herre, 2010), dans lesquelles sont représentées les entités plus générales qui se retrouvent dans tous les domaines (Arp, Smith et Spear, 2015, 40). Dans BFO, par exemple, des entités telles que les objets, les propriétés que portent ces objets et les processus sont représentées.

Le travail des philosophes, en ontologie appliquée, consiste en grande partie à analyser les entités d'un domaine et les relations entre ces entités afin de produire des définitions rigoureuses de ces entités et spécifier clairement les relations entre ces entités. Il y a au moins trois types fréquents d'erreurs concernant les définitions d'entités dans les ontologies appliquées que les philosophes cherchent à corriger : les ambiguïtés, les définitions circulaires et les confusions usage/mention.

Une définition d'une entité est ambiguë lorsque cette définition est imprécise ou manque de cohésion. Par exemple, la *International Classification of Nursing Practice* (INCP), dans sa version-02-07, définissait l'eau comme « un type de phénomène infirmier d'un environnement physique qui a les caractéristiques spécifiques suivantes : liquide clair composée d'hydrogène et d'oxygène qui 1) est essentiel pour la vie de la plupart des plantes et des animaux et 2) qui influence la vie et le développement des êtres humains » (Grobe, 2005, cité dans Arp, Smith et Spear, 2015). La définition suggère d'abord qu'un liquide clair composé d'hydrogène et d'oxygène n'est de l'eau que dans un contexte infirmier. Elle suggère également que l'eau n'existe que sous forme liquide. Finalement, la définition indique que l'eau est essentielle à la *plupart* des êtres vivants. Cette formulation est vague et n'indique pas clairement quels êtres vivants n'ont pas besoin d'eau (s'il en existe). Ainsi, cette définition n'est pas une définition rigoureuse du terme « eau ». Dans une ontologie appliquée, il faudrait plutôt définir l'eau comme une molécule composée d'un atome oxygène et de deux atomes d'hydrogène. Cette définition spécifie en effet les caractéristiques universelles de l'eau.

Une définition est circulaire lorsque le terme servant à désigner l'entité à définir est utilisé dans la définition de cette entité. Par exemple, le *First Healthcare Interoperability Resources Specification* (FHIR), dans sa troisième version, définit la nourriture comme « une entité naturelle, transformée ou manufacturée qui est utilisée comme nourriture par les humains et les animaux » (Arp, Smith et Spear, 2015, xx). Ici, le terme « nourriture » apparaît dans la définition et l'entité à définir est la nourriture. Le sens de la définition ne peut donc pas être compris si l'on ne sait pas déjà ce que veut dire « nourriture », qui est le terme à définir.

La confusion de l'usage et de la mention est un problème classique en philosophie. Lorsque nous utilisons un mot, nous pouvons parler soit de l'entité que ce mot désigne, soit du mot lui-même.

Lorsque nous parlons de l'entité désignée par un mot, ce mot est en usage. Lorsque nous parlons du mot lui-même, le mot est en mention. Pour distinguer l'utilisation du mot en usage de l'utilisation du mot en mention, on utilise les guillemets lorsque le mot est en mention. Par exemple, dans l'énoncé « Un chat est un mammifère », le mot « chat » est en usage. En effet, cet énoncé fait référence à l'animal désigné par le mot « chat ». Dans l'énoncé « 'Chat' est un mot de 4 lettres », le mot « chat » est en mention. En effet, cet énoncé décrit une caractéristique du mot « chat » et non une caractéristique de l'animal désigné par ce mot.

La confusion de l'usage et de la mention survient également dans les terminologies. Considérons, par exemple, la définition auparavant proposée pour « être vivant » par l'organisation *Health Level Seven International* (HL7) : « Un être vivant est un sous-type de la catégorie 'Entité' qui représente un organisme ou un animal complexe [...]. » (Arp, Smith et Spear, 2015, xix). Ce qu'il faut remarquer ici, c'est qu'un être vivant est défini comme une entité qui *représente* un organisme ou un animal complexe, et non comme l'organisme ou l'animal complexe lui-même. Or, dans une ontologie, on souhaite distinguer les entités des représentations de ces entités.

1.3 La méthode réaliste de construction des ontologies

Les problèmes rencontrés dans les ontologies appliquées que j'ai présentés à la section précédente suggèrent que des lignes directrices de construction des ontologies sont nécessaires. À cet égard, trois approches générales sont proposées dans le domaine de l'ontologie appliquée : l'approche réaliste, l'approche nominaliste et l'approche conceptualiste (Arp, Smith et Spear, 2015). Ces trois approches s'opposent quant au statut des catégories générales représentées dans les ontologies. Dans cette section, je présente d'abord de quelle manière ces trois approches répondent à cette question. Cela permet de montrer les avantages de la méthode réaliste pour construire des ontologies appliquées. Je précise ensuite certaines conventions de notation et des principes méthodologiques pour la suite du mémoire.

1.3.1 Le statut des catégories représentées dans une ontologie

Des termes généraux sont régulièrement utilisés dans le langage, comme dans l'énoncé « Un chat est un félin ». Trois thèses s'opposent sur la référence de ces termes généraux en philosophie : le conceptualisme, le nominalisme et le réalisme des universaux (Lowe, 2002 ; Arp, Smith et Spear, 2015 ; Klima, 2017). D'après le conceptualisme, un terme général désigne un concept, c'est-à-dire une idée générale constituée abstraitement sur la base de caractéristiques communes à un ensemble

d'entités. D'après le nominalisme, un terme général désigne uniquement un regroupement d'entités particulières : il n'existe que des particuliers selon le nominalisme (Rodriguez-Pereyra, 2019). D'après le réalisme des universaux, certains termes généraux désignent un universel, c'est-à-dire une entité répétable qui est instanciée par certains particuliers ; et deux particuliers qui instancient un même universel partagent certaines similarités (Arp, Smith et Spear, 2015). Par exemple, cette pomme et cette autre pomme partagent certaines similarités dans la mesure où elles instancient toutes deux l'universel de pomme.

D'après le conceptualisme, les catégories représentées dans une ontologie sont des concepts. Par exemple, l'objectif de la *International Standards Organization* (ISO) est d'ordonner le savoir scientifique et technique au niveau des concepts (Arp, Smith et Spear, 2015, 6). Les standards de ISO semble ainsi s'inspirer du conceptualisme. Un concept, dans ISO, est « une unité de pensée constituée par abstraction sur la base des caractéristiques communes à un ensemble d'objets » (Arp, Smith et Spear, 2015, 6). Concernant le débat sur les universaux, le conceptualisme, en philosophie, soutient qu'il est possible que les universaux existent, mais seulement comme concepts dans l'esprit. Par opposition, le réalisme des universaux soutient que les universaux sont des entités qui existent indépendamment de la conception que nous en avons. Le conceptualisme rejette donc la dimension d'indépendance du réalisme des universaux.

L'approche conceptualiste, en ontologie appliquée, consiste à soutenir que les catégories générales représentées dans une ontologie sont des concepts. Un problème récurrent auquel peut mener l'approche conceptualiste, dans les ontologies appliquées, est celui de la confusion de l'usage et de la mention que j'ai présenté à la section précédente. En effet, en mettant l'accent sur la représentation des concepts, les ontologies conceptualistes distinguent difficilement les concepts des entités auxquelles ces concepts réfèrent. L'approche réaliste, comme on le verra plus bas, permet d'éviter plus aisément ce problème.

D'après le nominalisme, seules les entités particulières existent (Arp, Smith et Spear 2015, 14 ; Armstrong, 1978, 12 ; Rodriguez-Pereyra, 2019). Il n'existe donc pas d'universaux selon le nominalisme. Les nominalistes rejettent ainsi la dimension d'existence du réalisme des universaux. Dans un énoncé tel que « Cette pomme est rouge », le terme général « rouge » n'est précisément qu'un

terme général d'après le nominalisme. Il ne désigne pas une réalité plus générale qui sert à expliquer les relations de ressemblance entre les entités particulières. Pour expliquer les relations de ressemblance entre des entités, plusieurs formes de nominalisme ont été proposées, dont le nominalisme prédicatif, le nominalisme conceptuel, le nominalisme de classe et le nominalisme ensembliste (Armstrong, 1978). À noter que je présente ci-dessous le nominalisme de manière générale.

D'après le nominalisme, les catégories générales qui sont représentées dans les ontologies sont déterminées par les individus. Définir une catégorie générale, selon le nominalisme, est une manière plus ou moins arbitraire de circonscrire la désignation de phénomènes particuliers à l'aide de termes généraux (Rodriguez-Pereyra, 2019). Par exemple, il y a une catégorie générale nommée « Cellule » en biologie et une catégorie générale nommée « Étoile » en astrophysique. Selon l'approche nominaliste, on pourrait par exemple très bien définir la catégorie « Cellule ou étoile » et représenter cette catégorie dans une ontologie. Toutefois, celle-ci ne se retrouve nulle part dans le discours scientifique. C'est pourquoi il ne serait pas utile de les représenter.

Des arguments philosophiques sont proposés en faveur du conceptualisme et du nominalisme. D'abord, le réalisme soutient de manière générale que nous pouvons connaître la réalité telle qu'elle est réellement. Une forme plus spécifique du conceptualisme, l'idéalisme, rejette notamment l'idée qu'on puisse connaître la réalité telle qu'elle est réellement (« réalité » étant ici compris au sens d'une réalité transcendante) (Ewing, 1934 ; Dunham et al., 2011 ; Guyer et Horstmann, 2018). L'idéalisme, sous différentes formes, est défendu par plusieurs philosophes : Kant (1781/87), Schelling (1797 ; 1800), Berkeley (1685-1753), Hegel (1807), McTaggart (1866-1924) et Collingwood (1892-1942), entre autres.

Kant est l'un des représentants les plus connus de l'idéalisme en philosophie. Il défend une thèse nommée « l'idéalisme transcendantal ». Kant s'oppose aux ambitions métaphysiques des réalistes qui prétendent qu'il est possible de connaître la réalité transcendante, ce que Kant a nommée « la chose-en-soi ». Selon Kant (1781/87), nos sens ne nous permettent pas d'avoir accès à la chose-en-soi. Ce que nous percevons est en fait une mise en forme (c'est-à-dire une conceptualisation) du monde dont la structure est déterminée par nos capacités perceptuelles et cognitives. C'est pourquoi les ontologies conceptualistes d'inspiration idéaliste sont fondées sur l'idée que c'est en fait une conceptualisation du monde qui est représentée dans une ontologie.

Même si l'idéalisme kantien rejette notre possibilité d'accès à une réalité transcendante, il reconnaît tout de même que nous avons accès à une certaine réalité : notre expérience partagée du monde. Ainsi, même si nos facultés perceptuelles et cognitives ne nous permettent pas de connaître la chose-en-soi selon l'idéalisme, elles nous permettent tout de même de connaître quelque chose et d'élaborer une conceptualisation partagée du monde. Les théories scientifiques, dans la perspective idéaliste, sont des conceptualisations partagées du monde. Une approche idéaliste de l'ontologie vise à représenter ces conceptualisations scientifiques dans les ontologies appliquées.

Ensuite, le réalisme des universaux soutient que les universaux existent et qu'ils servent à expliquer les ressemblances entre des entités particulières différentes et les régularités naturelles (De Boèce, cité dans Spade, 1994 ; Abélard, cité dans Spade, 1994 ; Armstrong, 1978 ; Klima, 2017). Le nominalisme rejette l'existence des universaux. En effet, il n'est pas nécessaire, par principe d'économie, de postuler l'existence d'entités telles que les universaux en plus de l'existence des particuliers d'après le nominalisme. L'approche nominaliste, en ontologie appliquée, rejette par conséquent l'idée que les catégories générales d'une ontologie sont des universaux.

Afin de désamorcer ces débats philosophiques, Smith et Ceusters (2010) proposent d'adopter une *méthode* réaliste de construction des ontologies. La méthode réaliste consiste à construire des ontologies *comme si* le réalisme des universaux est vrai. Autrement dit, il faut construire des ontologies comme si les catégories représentées dans une ontologie sont des universaux d'après la méthode réaliste. Cette méthode a fait ses preuves avec, par exemple, la construction d'un vaste ensemble d'ontologies biomédicales interoperables, la Open Biological and Biomedical Ontology (OBO) Foundry (Smith et al., 2007), utilisée dans une large gamme de projets appliqués d'échange de données.

D'une part, puisque les catégories représentées dans une ontologie sont considérées comme des universaux d'après la méthode réaliste, ces catégories sont considérées comme des entités et non comme des concepts. Cela permet d'éviter plus facilement le problème de confusion de l'usage et de la mention. D'autre part, le réalisme des universaux, dans la méthode réaliste, se double d'une forme de réalisme scientifique selon laquelle la science nous permet de découvrir les universaux (Arp, Smith et Spear, 2015, 44). Ainsi, en prenant le discours scientifique comme référence pour construire des

ontologies, nous évitons de représenter dans une ontologie des catégories non pertinentes, comme la catégorie « Étoile ou cellule ». En effet, la catégorie « Étoile ou cellule » n'est pas un universel.

1.3.2 Conventions de notation et autres principes méthodologiques

Pour distinguer les universaux et les particuliers, j'adopterai, pour la suite du mémoire, les conventions de notation suivante : une référence à un universel sera écrite en italique, par exemple « *Arbre* » ; une référence à un particulier sera écrite en gras, par exemple « **pommier**₀ » ; une référence à une relation entre universaux sera écrite en italique, par exemple *Pommier est_un Arbre* pour signifier que l'universel *Pommier* est lié à l'universel *Arbre* par la relation de subsomption *est_un* ; enfin, une référence à une relation impliquant au moins un particulier sera écrite en gras, par exemple la relation de tout à partie (c'est-à-dire la relation méréologique) **maison**₀ **a_pour_partie** **mur**₀ ou la relation d'instanciation **bouleau**₀ **instancie** *Arbre*.

La relation d'instanciation, centrale dans la méthode réaliste de construction d'ontologies, est une relation entre 1) un universel ou une classe et 2) un particulier. Elle sert à indiquer qu'un particulier est une instance d'un certain universel. Par exemple, **bouleau**₀ est une instance de l'universel *Arbre*. Cette relation s'écrit donc de la manière précisée au paragraphe précédent : **bouleau**₀ **instancie** *Arbre*. Un particulier peut être une instance d'un universel à un certain instant t_0 et ne plus être une instance de cet universel à l'instant t_1 , ou vice-versa. Par exemple, un être humain, jusqu'à un certain moment de sa vie, est une instance de l'universel *Enfant*. Plus tard, il sera une instance de l'universel *Adulte*.

Toutes les entités générales auxquelles les discours scientifiques font référence ne sont toutefois pas des universaux. Certaines de ces entités générales sont des classes définies. Dans le cadre de la méthode réaliste, une classe est une collection maximale de particuliers désignés par un terme général donné pour lequel il n'y a pas d'universel correspondant (Arp, Smith et Spear, 2015, 18-19). Par exemple, le terme « fumeur résidant à Leipzig » est un terme général qui ne fait pas référence à un universel. Il y a deux types de classes définies (Arp, Smith et Spear, 2015, 19) :

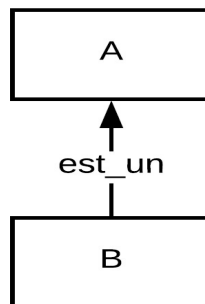
- Les classes définies par un terme général qui est une combinaison logique de termes dénotant à un universel, par exemple « femme avec des yeux verts ».
- Les classes définies par un terme général qui est une combinaison logique de termes dénotant

des universaux et de termes dénotant des particuliers, par exemple « femme résidant en Allemagne » (« Allemagne » dénotant ici un particulier).

En plus de la relation de subsomption, de la relation méréologique et de la relation d'instanciation, d'autres relations peuvent au besoin être définies dans les ontologies appliquées. Par exemple, on peut définir la relation de précédence pour représenter l'ordre temporel dans lequel deux événements surviennent (Arp, Smith et Spear, 2015, 141-142). Les propriétés de ces relations doivent alors être précisées par ceux qui les introduisent dans les ontologies appliquées. Par exemple, la relation de précédence est transitive : si A précède B et B précède C, alors A précède C.

Un dernier principe méthodologique important lors de la construction d'une ontologie concerne la définition des entités. Une ontologie a une structure hiérarchique de telle manière que toute catégorie d'une ontologie, à l'exception de la catégorie la plus générale (c'est-à-dire la catégorie *Entité*), est une sous-catégorie d'une autre catégorie plus générale. Afin de garantir que les définitions des entités trouvées dans une ontologie reflète cette structure hiérarchique de généralité, la méthode réaliste recommande de suivre la méthode aristotélicienne de définition (Aristote, *Métaphysique*, Z, 1037b5-1038b ; Arp, Smith et Spear, 2015, 69). Supposons, comme sur la figure 2 ci-dessous, une catégorie A dont la catégorie B est une sous-catégorie :

Figure 2. Schéma d'une structure hiérarchique de catégories



On remarque sur la figure 2 que la catégorie A et la catégorie B sont liées par la relation de subsomption *est_un*. La relation de subsomption est ainsi une relation d'appartenance d'une catégorie à une autre catégorie. Pour définir la catégorie B, dans une ontologie, on précise d'abord cette relation entre la catégorie A et la catégorie B. Ensuite, on précise la différence D entre A et B. Ainsi, une

définition aristotélicienne a la forme suivante : « B est un A qui D ». Par exemple, dans la Foundational Model of Anatomy, une cellule est définie comme une structure anatomique qui a comme frontière la surface externe d'une membrane plasmique maximale connectée (Arp, Smith et Spear, 2015, 69). Sans entrer dans les détails techniques de cette définition, on remarque qu'elle respecte le schéma aristotélicien : une cellule (un B) est une structure anatomique (un A) qui a certaines caractéristiques spécifiques (qui D).

1.4 L'évaluation des ontologies appliquées

Comment juge-t-on de la qualité d'une ontologie ? J'aborde cette question en deux volets. En premier lieu, je présente, sur la base des travaux de Gómez-Pérez (2001 ; 2004), plusieurs critères d'évaluation d'une ontologie. En second lieu, j'explique l'utilité des questions de compétence comme outils d'évaluation d'une ontologie d'un domaine plus ou moins spécifique.

1.4.1 Les critères d'évaluation d'une ontologie

Gómez-Pérez (2001 ; 2004) distingue cinq critères d'évaluation d'une ontologie : la consistance, la complétude, la concision, le potentiel d'expansion (*expandibility*) et la sensibilité. Dans cette section, je présente la définition de chacun de ces concepts et comment ils sont utilisés dans l'évaluation d'une ontologie.

Le premier critère d'évaluation d'une ontologie est la consistance. Une ontologie est consistante lorsqu'il est impossible d'obtenir des conclusions contradictoires à partir des définitions de cette ontologie (Gómez-Pérez, 2004, 256). Une ontologie peut être inconsistante pour plusieurs raisons. Gómez-Pérez indique en effet que les définitions d'une ontologie doivent être individuellement consistantes et inférentiellement consistantes :

- Consistance individuelle d'une définition : une définition d'une entité est individuellement consistante s'il n'y a pas de contradiction entre la définition de cette entité et ce qu'est cette entité dans le monde réel.
- Consistance inférentielle d'une définition : une définition d'une entité est inférentiellement consistante s'il est impossible d'obtenir des conclusions contradictoires à partir des autres définitions et axiomes de l'ontologie dont cette définition fait partie.

Dans certains cas, il est difficile de déterminer si la définition d'une entité est individuellement consistante par sa correspondance avec le monde réel. En effet, le travail en ontologie consiste souvent à clarifier ce qu'est une entité en la définissant. Cependant, dans d'autres cas, il y a un écart évident entre la définition d'une entité et ce qu'est cette entité dans le monde réel. Gómez-Pérez (2004, 257) propose d'imaginer que nous définissions la classe des noms des mois de l'année par l'ensemble {« maison », « Février », « Mars », « Avril », « Mai », « Juin », « Juillet », « Août », « Septembre », « Octobre », « Novembre », « Décembre »}. Puisque le terme « maison » n'est pas un nom de l'un des mois de l'année dans le langage naturel, la définition proposée pour la classe des noms des mois de l'année n'est pas en accord avec les conventions acceptées concernant les mois de l'année. Dans les cas plus ambigus, la définition d'une entité X dans une ontologie doit correspondre, de manière générale, à la manière dont les experts du domaine d'appartenance de X parlent de X (Arp, Smith et Spear, 2015, 44). La consistance inférentielle d'une définition peut quant à elle être testée à l'aide d'un raisonneur. Plusieurs raisonneurs peuvent être utilisés dans les ontologies appliquées : Pellet (Sirin et al., 2007), HermiT (Glimm et al., 2014), Mastro (De Giacomo et al., 2012), Ontop (Calvanese et al., 2015) et jcel (Mendez, 2012), entre autres. Puisqu'un raisonneur sert à tester des inférences logiques, il faut préciser les règles logiques que suivent ces inférences. Je reviendrai au sujet des bases logiques des ontologies appliquées dans la section 1.5.

Le second critère d'évaluation d'une ontologie est la complétude. Une ontologie est complète si et seulement si 1) toutes les entités qui doivent se trouver dans l'ontologie sont définies dans cette ontologie, ou il est possible d'inférer ces définitions à partir du contenu de cette ontologie, et 2) chaque définition est complète, au sens défini ci-dessous (Gómez-Pérez, 2004, 258). La complétude d'une ontologie est un critère difficile à évaluer. Gómez-Pérez (2004, 258) souligne en effet qu'on ne peut pas prouver la complétude d'une ontologie, mais qu'on peut déduire qu'une ontologie est incomplète en prouvant l'incomplétude d'une définition individuelle ou en montrant qu'une entité du domaine de référence n'est pas définie dans l'ontologie. Une définition est complète si et seulement si toutes les caractéristiques de l'entité définie peuvent être inférées à partir des autres définitions et axiomes de l'ontologie.

Encore ici, il y a de nombreux cas dans lesquels la complétude d'une ontologie est difficilement évaluable indépendamment de la construction de cette ontologie. En effet, construire une ontologie

pour un domaine donné requiert généralement de déterminer quelles entités de ce domaine il est nécessaire de représenter dans cette ontologie. Le même principe directeur est utile ici : de manière générale, les experts d'un domaine sont les mieux placés pour nous informer concernant les entités de ce domaine. L'analyse philosophique préalable à la construction d'une ontologie est également utile pour déterminer les caractéristiques des entités qui seront représentées dans cette ontologie. Par exemple, au prochain chapitre, je dégagerai un ensemble de desiderata d'une conception adéquate du risque à partir de la littérature sur le risque. Ces desiderata permettront notamment de déterminer comment définir le risque et comment vérifier que la définition proposée du risque est complète.

Je présente les trois derniers critères d'évaluation assez brièvement. Le troisième critère d'évaluation d'une ontologie est la concision. Une ontologie est concise si on n'y trouve pas de définitions inutiles, s'il n'y a pas de redondances explicites parmi les définitions des termes et si aucune redondance n'est inférée à partir des définitions et axiomes de cette ontologie (Gómez-Pérez, 2004, 258). Le quatrième critère d'évaluation d'une ontologie est le potentiel d'expansion. Le potentiel d'expansion d'une ontologie réfère au niveau d'efforts requis pour ajouter de nouvelles définitions et modifier les définitions de cette ontologie sans en altérer le contenu adéquat (Gómez-Pérez, 2004, 258). Le cinquième critère d'évaluation d'une ontologie est la sensibilité. La sensibilité d'une ontologie concerne le degré auquel un changement dans une définition de cette ontologie altère l'ensemble du contenu de cette ontologie (Gómez-Pérez, 2004, 258).

Ces cinq critères d'évaluation d'une ontologie sont des lignes directrices pour l'évaluation d'une ontologie. Il n'y a pas, à proprement parler, d'outils de mesure de ces critères. En général, une ontologie A est évaluée en comparaison à une autre ontologie B dans laquelle est représenté le même domaine ou sont représentées des entités similaires à celles représentées dans A. Il faut également souligner que la construction d'une ontologie est un processus ouvert, c'est-à-dire qu'une ontologie est toujours sujette aux révisions selon les recommandations des experts pertinents (Arp, Smith et Spear, 2015). Ce principe de construction des ontologies est le faillibilisme. En philosophie, le faillibilisme est une thèse selon laquelle aucune croyance ne peut être justifiée de manière concluante (Hetherington, 2019). Autrement dit, on ne peut jamais prouver de manière définitive la vérité d'une proposition d'après le faillibilisme. Toutefois, le faillibilisme n'est pas l'équivalent du scepticisme : bien qu'on ne puisse jamais prouver de manière définitive la vérité d'une proposition d'après le faillibilisme, une croyance en

cette proposition peut tout de même être justifiée. En ontologie appliquée, le faillibilisme se traduit par l'idée que toute ontologie est sujette à être révisée et raffinée suite à la discussion entre experts et l'analyse critique.

1.4.2 Les questions de compétence

Une ontologie représente un domaine prédéterminé, ou du moins une partie de ce domaine. Lorsqu'une ontologie est finalisée, elle permet de structurer les données informatiques relatives à ce domaine. Les utilisateurs des systèmes d'information dans lesquels cette ontologie est utilisée peuvent alors faire des requêtes parmi les données structurées à l'aide de cette ontologie.

Par exemple, une ontologie permet de structurer les données en triplet RDF sur lesquels on peut lancer des requêtes avec SPARQL (Arp, Smith et Spear, 2015, 153-155). Un triplet RDF a une structure sujet-prédicat-objet qui imite, dans une certaine mesure, la structure du langage humain. Par exemple, un triplet RDF pourrait spécifier que « Olivier connaît Adrien ». Dans ce triplet RDF, le sujet est Olivier, le prédicat est le verbe connaître et l'objet est Adrien. Les triplets ainsi formés constituent une base de données RDF dans laquelle sont stockées des données d'un domaine donné. Chacun des éléments d'un triplet est étiqueté à l'aide d'un URI (uniform resource identifier) qui permet de trouver l'élément recherché dans une base de données. Un URI est en effet une suite de caractères utilisé pour identifier un élément dans une base de données.

Un utilisateur peut faire une requête dans une base de données RDF à l'aide du langage de requête SPARQL. Par exemple, un utilisateur peut faire une requête pour trouver tous les prédicats présents dans une base de données RDF donnée (Arp, Smith et Spear, 2015, 155) :

```
SELECT DISTINCT ?predicate
WHERE {?subject ?predicate ?object}
ORDER BY ?predicate
```

Pour tester la capacité d'une ontologie à répondre à des requêtes, on utilise des questions de compétence. Les questions de compétence sont des tests de requête au système d'information qui englobent l'ensemble du domaine et du contenu de l'ontologie testée (Staab et al., 2001, 30).

Essentiellement, les questions de compétence servent à vérifier qu'une ontologie permet de réaliser les requêtes voulues dans les données disponibles. Le domaine et les applications attendues de l'ontologie utilisée doivent donc être spécifiées au préalable pour élaborer les questions de compétence pour cette ontologie (Staab et al., 2001, 30).

L'évaluation d'une ontologie à l'aide de questions de compétence est ainsi une étape essentielle du développement d'une ontologie : elle permet en effet de vérifier qu'une ontologie saura répondre aux attentes des utilisateurs. Les utilisateurs devraient donc être questionnés concernant les requêtes qu'ils entendent faire avec l'ontologie afin d'élaborer des questions de compétence pertinentes (Staab et al., 2001, 31). Cela permet de déterminer ce qu'il est pertinent de représenter dans une ontologie.

Figure 3. Exemples de questions de compétence tirés de Staab et al. (2001, 31)

Numéro de la question de compétence	Questions de compétence	Entités	Relations
CQ1	Quelles sont les filiales, les divisions et les emplacements de la compagnie X ?	<ul style="list-style-type: none"> • Compagnie • Filiale • Division • Emplacement 	<ul style="list-style-type: none"> • Compagnie a Filiale • Compagnie a Division • Compagnie a Emplacement
CQ2	Quelles compagnies ont été acquises par la compagnie X ?	<ul style="list-style-type: none"> • Compagnie • Acquisition 	<ul style="list-style-type: none"> • Compagnie fait Acquisition • Compagnie a Acheteur • Compagnie a Vendeur
CQ3	Quelles compagnies ont fusionnés durant les années 1990 dans l'industrie du caoutchouc ?	<ul style="list-style-type: none"> • Compagnie • Fusion • Année • Industrie 	<ul style="list-style-type: none"> • Compagnie fait Fusion • Compagnie fait partie de Industrie • Compagnie survient durant Année

Illustrons la pertinence des questions de compétence à l'aide de l'exemple présenté dans la figure 3 ci-

dessus. Staab et ses collègues (2001) ont bâti une ontologie pour les entreprises, la Corporate History Analyzer (CHAR). En questionnant les utilisateurs potentiels de CHAR, Staab et ses collègues ont conclu que ces utilisateurs potentiels souhaitent pouvoir trouver des informations concernant les acquisitions, les fusions et les restructurations d'entreprises sur des périodes de temps spécifiques. Dans la figure 3, je présente les questions de compétence qu'ils ont proposées pour des utilisateurs intéressés par les stratégies d'affaires dans le domaine de l'industrie chimique.

Les questions de compétence sont spécifiées dans la deuxième colonne du tableau. Les entités et les relations entre ces entités présentes dans l'ontologie et nécessaires pour répondre à la question posée sont indiquées dans la troisième et la quatrième colonne du tableau.

1.5 Fondements logiques et informatiques des ontologies appliquées

Dans la section précédente, j'ai mentionné que des raisonneurs sont utilisés dans les ontologies appliquées pour réaliser des inférences logiques. Cet aspect des ontologies appliquées est essentiel car c'est en raison des fondements logiques des ontologies appliquées qu'il est possible de réaliser des requêtes dans les ontologies appliquées et ainsi tirer de nouvelles informations des données informatiques. La plupart des ontologies appliquées utilisent la logique de premier ordre ou la logique de description. Certains efforts sont tout de même investis pour développer des raisonneurs fondés sur la logique modale et la logique épistémique (Sirin et al., 2007), ainsi que la logique floue (Bobillo et Straccia, 2016). En raison de la prédominance de la logique de premier ordre et de la logique de description dans les ontologies appliquées, je m'en tiendrai ici à présenter ces deux formes de logique. Je présente ensuite le Web Ontology Language (OWL), le cadre logico-linguistique des langages du Web sémantique développé pour les ontologies appliquées (Obitko, 2007 ; Arp, Smith et Spear, 2015, 151).

Une logique permet d'analyser des arguments. Un argument est formé d'un ensemble de propositions : les prémisses et la conclusion de l'argument. Un argument est donc une structure propositionnelle. À l'aide d'une logique, on peut réaliser le calcul logique de cette structure propositionnelle, dans la mesure où cette dernière a les caractéristiques requises (Bouchard, 2015, 1). En logique propositionnelle classique, les propositions composant un argument, par exemple les propositions « La neige est blanche » ou « Le triangle est rouge », sont représentées à l'aide de variables : p, q, r, s, etc. La logique propositionnelle classique étudie les relations entre des propositions (Bouchard, 2015, 11). Une relation, en logique propositionnelle, est typiquement entre deux propositions et elle est établie à l'aide

d'un connecteur logique. Il y a au total seize connecteurs logiques en logique propositionnelle. Les plus communs sont la conjonction (symbolisée par \wedge), la disjonction (\vee), l'implication matérielle (\supset), le biconditionnel (\equiv) et la négation (\neg)² (Bouchard, 2015, 12-16). À l'aide de ces connecteurs, on peut mettre en relation des propositions de manière à représenter des énoncés :

- $p \wedge q$, par exemple « La neige est blanche *et* le triangle est rouge » ;
- $p \vee q$, par exemple « La neige est blanche *ou* le triangle est rouge » ;
- $p \supset q$, par exemple « *Si* la neige est blanche, *alors* le triangle est rouge » ;
- $p \equiv q$, par exemple « La neige est blanche *si et seulement si* le triangle est rouge » ;
- $\neg p$, par exemple « La neige n'est pas blanche ».

Les connecteurs logiques ont des propriétés telles qu'en fonction de la valeur de vérité des prémisses d'un argument, on peut déterminer la valeur de vérité de la conclusion de ce même argument. En logique propositionnelle, on définit les propriétés d'un connecteur logique à l'aide d'une table de vérité³.

La logique du premier ordre utilise de nombreux outils de la logique propositionnelle, à commencer par les connecteurs logiques. Toutefois, la notion de « fonction propositionnelle » est introduite en logique du premier ordre (Bouchard, 2015, 161). Il est utile ici de distinguer 1) une fonction de 2) l'argument de cette fonction. Par exemple, en mathématiques, une fonction possible est $f(x) = 5x - 3$. Sous cette forme, cette fonction est insaturée, c'est-à-dire qu'aucune valeur n'est attribuée à la valeur x . Si l'on attribue une valeur à x , par exemple la valeur 4, la fonction est alors saturée. La valeur attribuée à x est l'argument de cette fonction.

Les fonctions propositionnelles se comportent de la même manière. Une fonction propositionnelle insaturée est composée d'un prédicat, représenté à l'aide d'une constante P, Q, R, \dots , et d'une variable d'individu, représentée à l'aide d'une variable x, y, z, \dots (Bouchard, 2015, 164). Une fonction propositionnelle insaturée est ainsi représentée par un groupement Px, Qxy , etc. Par exemple, l'énoncé « x est blanc » peut être représenté à l'aide de la fonction propositionnelle Px . Pour compléter l'énoncé

² À noter que la négation est ici une relation unaire.

³ Pour des raisons d'espace, je ne présente pas ici ces tables de vérité. Je réfère le lecteur à deux ouvrages d'introduction à la logique : *Éléments de logique contemporaine*, rédigé par François Lepage et publié aux Presses de l'Université de Montréal, et *Calcul en logique du premier ordre*, rédigé par Yves Bouchard et publié aux Presses de l'Université du Québec.

« x est blanc », on doit attribuer une valeur à x. Cette valeur est une constante d'individu a, b, c, ..., tirée du domaine d'interprétation de la fonction propositionnelle. Ainsi, l'énoncé complet « La neige est blanche » peut être représenté par la fonction propositionnelle saturée Pa, que l'on doit comprendre comme étant une fonction propositionnelle Px qui a comme argument 'La neige'.

Une seconde notion centrale en logique du premier ordre est celle de « quantification ». Certains énoncés expriment un rapport général entre un prédicat et un domaine d'objet (Bouchard, 2015, 165). Par exemple, l'énoncé « Tous les animaux sont des êtres vivants » signifie que tous les membres de l'ensemble des animaux sont également des membres de l'ensemble des êtres vivants. On utilise alors la quantification universelle, symbolisée par \forall , pour exprimer des énoncés de cette forme, par exemple $\forall xPx$, qui se lit « Pour tout x, x est P ». Certains énoncés n'expriment pas un rapport entre un prédicat et l'ensemble d'un domaine d'objet. Par exemple, l'énoncé « Un homme est chauve » exprime un rapport entre un prédicat et au moins un objet du domaine d'interprétation. On utilise alors la quantification existentielle, symbolisée par \exists , pour exprimer des énoncés de cette forme, par exemple $\exists xPx$, qui se lit « Il existe au moins un x tel que x est P ».

Un système logique comme la logique propositionnelle ou la logique du premier ordre a plusieurs propriétés métalogiques :

- La capacité d'un système logique à exprimer un nombre plus ou moins élevée de propositions caractérise le pouvoir d'expression de ce système logique.
- Un système logique peut être fiable. Un système logique est fiable si et seulement si tous les énoncés prouvables de ce système sont vrais.
- Un système logique peut être complet ou incomplet. Un système logique est complet si et seulement si tous les énoncés vrais de ce système sont prouvables.
- Un système logique peut être consistant. Un système logique est consistant si et seulement si lorsqu'un énoncé est prouvable dans ce système, la négation de ce même énoncé n'est pas prouvable dans ce même système.
- Un système logique peut être décidable ou indécidable. Un système logique est décidable si et seulement s'il existe une méthode pour prouver qu'un énoncé arbitraire est un théorème dans ce système logique.

Un énoncé q est prouvable dans un système logique si q peut être déduit à partir des axiomes de ce système. La logique propositionnelle a l'avantage d'être fiable, complète, consistante et décidable, mais son pouvoir d'expression est relativement peu élevé (Klement, 2006). La logique du premier ordre, quant à elle, a un pouvoir d'expression élevé, est fiable, complète et consistante, mais elle est indécidable (Shapiro et Kourri Toussel, 2018). C'est en raison du caractère indécidable de la logique du premier ordre que l'on préfère utiliser la logique de description dans les ontologies appliquées (Horrocks, 2005). En effet, la plupart des systèmes logiques de la logique de description sont des fragments décidables de la logique du premier ordre. Tel qu'indiqué à l'instant, ces fragments sont sélectionnés en raison du fait qu'ils sont décidables. Le pouvoir d'expression des logiques de description est toutefois plus faible que celui de la logique du premier ordre (Arp, Smith et Spear, 2015, 151).

Le caractère décidable de la logique de description est centrale en ontologie appliquée. En effet, lorsqu'un système logique est décidable, il est possible d'élaborer, sur la base de ce système logique, un algorithme qui retournera toujours un résultat lors, par exemple, d'une requête dans une base de données (Schulz et al., 2009). Tel qu'indiqué plus haut, pour qu'un système logique soit décidable, il faut qu'il soit possible de vérifier qu'un énoncé arbitraire est un théorème dans ce système logique. Par exemple, en logique propositionnelle, on peut utiliser une table de vérité pour démontrer qu'un énoncé de la logique propositionnelle est toujours vrai (Bouchard, 2015). Il n'existe pas une telle méthode pour la logique du premier ordre : c'est pourquoi on dit qu'elle est indécidable. Church (1936), notamment, a montré qu'on ne peut pas prouver la validité logique de certains énoncés de la théorie des nombres en logique du premier ordre. On peut cependant prouver la validité logique de certains sous-ensembles de la logique du premier ordre : ce sont ces fragments décidables de la logique du premier ordre que l'on appelle la logique de description.

La logique de description réunit une famille de systèmes logiques fonctionnant avec la plupart des connecteurs logiques et les quantificateurs présentés plus haut⁴. En plus de la quantification universelle et de la quantification existentielle, on utilise également le quantificateur « seulement » en logique de description. Par exemple, l'énoncé « Si x est un être humain, alors x est seulement un animal » signifie

4 Les symboles utilisés en logique de description diffèrent parfois de ceux utilisés en logique du premier ordre. Je me servirai ici strictement des symboles de la logique du premier ordre présentés précédemment.

que si x appartient à la classe des êtres humains, alors x appartient aussi à la classe des animaux et x n'appartient à aucune classe mutuellement exclusive avec la classe des animaux.

Les raisonneurs que j'ai mentionnés précédemment sont des outils informatiques servant à réaliser des inférences logiques. En ontologie appliquée, les règles logiques reconnues par un raisonneur sont celles de la logique de description. Ainsi, si les définitions et les axiomes d'une ontologie entraînent des contradictions d'après les règles de la logique de description, ces raisonneurs seront en mesure de les détecter.

Les systèmes de représentation de connaissances basés sur la logique de description ont deux composantes : une boîte T (*TBox*) et une boîte A (*ABox*) (Obitko, 2007). Une boîte T contient la terminologie employée, c'est-à-dire une ontologie sous la forme de concepts et de rôles, pour une application donnée. Un concept est un ensemble de particuliers et un rôle est une relation entre deux particuliers, ce qui correspond respectivement aux prédicats unaires et aux relations binaires en logique du premier ordre. Une boîte A, quant à elle, contient des assertions (bâties à l'aide du contenu de la boîte T) concernant des particuliers. Le couple (T, A) formé par une boîte T et une boîte A constitue une base de connaissances K.

Le cadre OWL, tel qu'indiqué en introduction de cette section, est un cadre de référence pour les langages du Web sémantique. Ce cadre est basé sur des logiques de description. Il a été conçu pour dépasser les limitations du Extensible Markup Language (XML), du Resource Description Framework (RDF) et du RDF Schema (RDFS) (Arp, Smith et Spear, 2015, 153-154). En effet, le cadre OWL permet de réaliser du raisonnement automatique dans les ontologies appliquées puisqu'il est fondé sur la logique de description (Arp, Smith et Spear, 2015, 155). Ce raisonnement automatique s'articule avec de nombreux aspects de la logique de description :

- La quantification universelle, à l'aide de la commande `owl:allValuesFrom` ;
- La quantification existentielle, à l'aide de la commande `owl:someValuesFrom` ;
- La cardinalité, à l'aide des commandes `owl:cardinality`, `owl:minCardinality` et `owl:maxCardinality` ;
- Les opérateurs booléens de conjonction, de disjonction et de négation, à l'aide respectivement

des commandes owl:intersectionOf, owl:unionOf, owl:complementOf ;

- Les assertions d'équivalence, à l'aide des commandes owl:equivalentClass and owl:equivalentProperty ;
- Les propriétés d'une relation, comme le caractère inverse d'une relation, son caractère fonctionnel, son caractère inverse fonctionnel, sa transitivité, sa symétrie, son asymétrie, sa réflexivité ou son irreflexivité.

Dans le cadre OWL, les universaux et les classes définies sont nommés des « classes », les relations binaires sont nommées des « propriétés » et le terme « instance » (ou « particulier ») y est utilisé de la même manière que dans BFO (Arp, Smith et Spear, 2015, 155). Deux types généraux de relation sont distingués dans le cadre OWL : les relations entre deux instances, appelées des « propriétés d'objet » (*object properties*), et les relations entre une instance et une valeur (*literal*), appelées des « propriétés de donnée » (*data properties*) (Arp, Smith et Spear, 2015, 156). Malgré ces particularités, le cadre OWL n'est pas strictement ensembliste ; en effet, deux classes distinctes peuvent avoir les mêmes membres dans ce cadre (Arp, Smith et Spear, 2015, 155).

Les bases de données RDF bâties selon une ontologie appliquée ont trois avantages notables par rapport aux bases de données relationnelles standards (Arp, Smith et Spear, 2015, 156-157) :

- Premièrement, une instance ne doit avoir qu'un seul identifiant unique dans les bases de données relationnelles standards. Dans les ontologies appliquées, on peut faire référence à une même instance à l'aide de plusieurs identifiants. Ceci est un avantage car on peut faire référence à une même instance avec plusieurs identifiants dans une base de données structurée à l'aide d'une ontologie. On peut imaginer un patient à l'hôpital qui serait identifié à l'aide de son nom et de son numéro de chambre dans une base de données : « Monsieur Dupont » et « Patient de la chambre 205 », par exemple. Dans une base de données relationnelle standard, ces deux identifiants seraient considérés comme deux instances différentes. Dans une base de données structurée à l'aide d'une ontologie, il est possible de spécifier qu'il s'agit de deux identifiants d'un même particulier.
- Deuxièmement, les bases de données relationnelles standards fonctionnent sous la présupposition de monde fermé (*closed-world assumption*). Cela signifie que ce qui n'est pas

indiqué comme étant vrai dans la base de données est par défaut considéré comme étant faux. À l'inverse, les ontologies fonctionnent sous la présupposition de monde ouvert (*open-world assumption*). Cela signifie que ce qui est indiqué comme n'étant ni vrai, ni faux dans les ontologies peut être vrai ou faux. Cet aspect est important dans le cas de la représentation de la connaissance scientifique puisque celle-ci est incomplète dans de nombreux domaines.

- Finalement, les propriétés d'une relation ne peuvent pas être spécifiées dans une base de données relationnelle standard. Les requêtes et les inférences qu'il est possible de faire à l'aide d'une ontologie sont par conséquent plus complexes que celles qu'il est possible de faire à l'aide d'une base de données relationnelle standard.

Cela complète ma présentation des fondements logiques et informatiques des ontologies appliquées. Évidemment, de nombreux autres éléments techniques concernant les ontologies appliquées et le cadre OWL pourraient être présentés, mais ceux qui l'ont été ici sont suffisants pour la compréhension du présent mémoire. Il faut également noter que le cadre OWL est sujet à des révisions et à des améliorations constantes depuis son élaboration au début des années 2000. Il serait donc difficile de présenter en peu d'espace l'évolution du cadre OWL au cours des dernières années.

1.6 Récapitulatif du chapitre

Ce chapitre visait à présenter les rapports entre l'ontologie philosophique et l'ontologie appliquée. À cette fin, j'ai présenté des questions générales autour desquelles s'articulent la recherche en ontologie philosophique et en métaphysique. J'ai ensuite expliqué comment certaines de ces questions, notamment celles concernant le statut ontologique des catégories d'une ontologie, font l'objet de débats en ontologie appliquée. Après, j'ai présenté des critères et une méthode à l'aide desquelles une ontologie appliquée peut être évaluée. Finalement, une ontologie appliquée est un outil informatique permettant de réaliser des inférences logiques dans une base de données : il était donc essentiel de présenter les fondements informatiques et logiques de ces outils afin de compléter la présentation de l'ontologie appliquée comme discipline de recherche. Les trois prochains chapitres sont consacrés à l'ontologie philosophique du risque et à la conception du risque que je propose. Je reviendrai à la formalisation du risque en ontologie appliquée au dernier chapitre du mémoire.

Deuxième chapitre : Conceptions philosophiques du risque

Le terme « risque » a une longue histoire étymologique. Aven (2011, 35) retrace ses origines jusqu'à la Grèce médiévale, en 1160. Bernstein (1996) et Giddens (1999) relèvent des usages du terme « risque » dans le domaine de la navigation à l'époque médiévale en Espagne et au Portugal. Des définitions formelles du risque ont été proposées à partir de l'époque moderne. Par exemple, De Moivre (1718) définit le risque comme une perte espérée. Au 20^e siècle, les définitions de Frank Knight (1921) sont régulièrement citées en économie et en théorie de la décision lorsqu'il est question de risque :

- Décision sous risque : décision prise sous conditions de probabilités connues.
- Décision sous incertitude : décision prise sous conditions de probabilités inconnues.

Dans les années 60 et 70, le domaine de l'évaluation et de l'analyse technique des risques (*risk analysis*) s'est progressivement développé. Ainsi, Starr, Rudman et Whipple publient en 1976 un article séminal dans lequel il distingue quatre concepts : le risque réel, le risque statistique, le risque prédit et le risque perçu. Kaplan et Garrick, en 1981, publient un article important dans lequel ils proposent une définition quantitative du risque. De manière générale, le domaine de l'évaluation et de l'analyse technique des risques oriente ses activités vers le développement de modèles mathématiques pour évaluer les risques à grande échelle.

Dans les années 80, Slovic, Fischhoff et Lichtenstein (1980 ; 1985) entreprennent d'étudier les risques tels qu'ils sont perçus par les individus. Cette approche est nommée le « paradigme psychométrique ». Le paradigme psychométrique maintient la distinction posée dans le domaine de l'évaluation et de l'analyse technique des risques entre le risque réel et le risque perçu. Les perceptions qu'ont les individus des risques, dans le paradigme psychométrique, sont des évaluations biaisées des risques réels.

En opposition à cette distinction entre le risque réel et le risque perçu, des études sociologiques du risque ont débutées dans les années 80, suite notamment à l'accident de la centrale nucléaire de Three Mile Island en 1979. Parmi les contributeurs importants aux études sociologiques du risque, mentionnons Douglas et Wildavsky (1983), auteurs de *Risk and Culture*, et Beck (1986), auteur de *La*

société du risque. Les études sociologiques du risque sont articulées autour de l'idée qu'un risque est un construit social. Certains chercheurs du courant sociologique soutiennent que les risques réels que prétendent analyser les experts n'existent tout simplement pas. Lorsque nous parlons d'un risque, selon ceux-ci, nous parlons en fait d'une représentation sociale d'une certaine situation. D'autres chercheurs du courant sociologique admettent que les risques réels existent, mais qu'ils ne peuvent pas être étudiés et analysés indépendamment des processus sociaux à travers lesquels ils sont perçus et analysés par les individus (Lupton, 2013, 41).

Ainsi, des chercheurs des perspectives les plus diverses enquêtent sur le risque. Plusieurs conceptions philosophiques du risque ont conséquemment été proposées dans la littérature. L'objectif de ce chapitre est de présenter les principales conceptions du risque proposées dans la littérature et de les analyser. Ce chapitre est divisé en trois sections principales. Dans la section 1, je présente une taxonomie des principales conceptions du risque proposées dans la littérature. Dans la section 2, je présente et j'analyse les conceptions du risque présentées dans cette taxonomie. Je dégage de cette analyse deux aspects essentiels du risque que j'appelle la « dimension subjective du risque » et la « dimension objective du risque ». Je montre qu'une conception adéquate du risque doit tenir compte de ces deux desiderata. Finalement, dans la section 3, je montre qu'une caractérisation du risque en termes de disposition tient compte de ces deux dimensions du risque.

2.1 Taxonomie des conceptions du risque

Dans cette section, je présente brièvement les principales conceptions du risque que j'ai relevées dans la littérature. Il s'agit donc ici de faire un tour d'horizon des conceptions du risque pour le lecteur, sans immédiatement entreprendre l'analyse des conceptions du risque proposées. Je réserve cette analyse à la section suivante. Je mentionne, au passage, quelques chercheurs et travaux importants dans le domaine du risque afin de situer les conceptions du risque présentées ici dans la littérature.

Kermisch (2012) propose une première distinction entre les conceptions réalistes du risque et les conceptions représentationnelles du risque. D'après la conception réaliste générale du risque, un risque est la conjonction de deux éléments objectifs du monde physique : la possibilité future d'un événement et les conséquences indésirables de cet événement. La conception réaliste du risque soutient qu'un risque existe indépendamment des agents.

Des conceptions réalistes du risque plus spécifiques sont également proposées dans la littérature. Par exemple, Barton, Jansen, Rosier et Éthier (2018) ont proposé une formalisation du risque d'accident cardiovasculaire pour les gens ayant une fibrillation atriale pour la OBO Foundry. Ils formalisent ce risque comme une disposition. J'appelle donc cette conception la « conception dispositionnelle du risque ». J'ai récemment proposé des développements à cette formalisation du risque (Grenier et Barton, en révision). La conception dispositionnelle du risque est une conception réaliste du risque.

D'après la conception représentationnelle générale du risque, un risque est un artefact construit par un agent et non une propriété physique. Un risque, d'après la conception représentationnelle, n'existe donc pas indépendamment des agents. Parmi les conceptions représentationnelles du risque plus spécifiques, Kermisch (2012, 3) présente d'abord la conception quantitative du risque, selon laquelle un risque est la mesure d'un potentiel de dommages. Kaplan et Garrick (1981), que j'ai mentionnés en introduction, défendent une conception quantitative du risque. Deux autres conceptions représentationnelles du risque sont présentées par Brunet et Schiffino (2012) : la conception subjectiviste du risque et la conception socioconstructiviste du risque. D'après la conception subjectiviste, un risque est une construction d'un individu. D'après la conception socioconstructiviste, défendue principalement dans le courant sociologique de l'étude des risques, un risque est une construction sociale.

En plus des conceptions du risque indiquées ci-haut, Lupton (2013) distingue deux autres conceptions réalistes plus spécifiques du risque et deux conceptions socioconstructivistes plus spécifiques du risque :

- La perspective techno-scientifique du risque : défendue notamment par Starr, Rudman et Whipple (1976), la perspective techno-scientifique est une conception réaliste du risque. Les objectifs principaux de la perspective techno-scientifique sont de 1) déterminer quels risques existent, 2) déterminer comment ils doivent être mesurés et gérés, et 3) déterminer comment l'information concernant les risques doit être communiquée au public (Lupton, 2013).
- Le paradigme psychométrique : présenté dans l'introduction de ce chapitre, le paradigme psychométrique est fondé sur une conception réaliste du risque. Les chercheurs du paradigme psychométrique étudient les réponses cognitives des individus aux risques et la manière dont leurs croyances et leurs biais façonnent leur appréhension des risques. Ces recherches sont

utiles à la perspective techno-scientifique pour déterminer comment communiquer l'information relative aux risques au public.

- Le socioconstructivisme faible, également appelé « réalisme critique » : défendu notamment par Douglas et Wildavsky (1983), ainsi que Beck (1986), le socioconstructivisme faible défend l'idée qu'un risque est un artefact social construit en partie à partir d'éléments objectifs du monde. En ce sens, le socioconstructivisme faible a une dimension réaliste. Le socioconstructivisme faible soutient que les croyances et connaissances que nous avons concernant ces éléments objectifs sont construites à travers des processus sociaux et culturels. Ce sont ces croyances et connaissances, d'après le socioconstructivisme faible, qui constituent les risques. Un risque, d'après le socioconstructivisme faible, ne peut donc pas être étudié indépendamment des processus sociaux et culturels qui mènent à sa construction.
- Le socioconstructivisme fort : à l'inverse du socioconstructivisme faible, le socioconstructivisme fort soutient qu'un risque est strictement un construit social. Par exemple, certains chercheurs ont repris les idées de Foucault sur la gouvernementalité pour analyser les risques. Ils soutiennent que les risques sont des instruments de pouvoir qui servent à réguler, discipliner et surveiller la population (Brunet et Schiffino, 2012, 107). Certains philosophes post-structuralistes défendent également une conception socioconstructiviste forte du risque (Lupton, 2013, 50).

Ainsi, les conceptions du risque peuvent d'abord être distinguées selon le statut ontologique qu'elles reconnaissent au risque : les conceptions réalistes du risque soutiennent que le risque est une entité objective, tandis que les conceptions représentationnelles soutiennent que le risque est une entité subjective (Kermisch, 2012). Les conceptions du risque peuvent ensuite être distinguées selon l'élément sur lequel elles mettent l'accent dans l'étude des risques : l'aspect objectif du risque, le jugement individuel et l'aspect socioculturel des risques. Sur la base de ces remarques, je propose la figure 4 (à la page suivante) comme taxonomie des conceptions du risque

Cette taxonomie vise à situer les conceptions du risque que j'ai relevées dans la littérature. Il ne faut toutefois pas supposer qu'il y a nécessairement une frontière stricte entre ces différentes conceptions du risque. Notamment, la conception quantitative du risque et la perspective techno-scientifique se recoupent. En effet, les outils et modèles mathématiques développés dans le cadre de la conception

quantitative du risque pour évaluer et analyser les risques sont utilisés par les adhérents de la perspective techno-scientifique. Également, tel que je l'ai mentionné précédemment, les résultats de recherche du paradigme psychométrique sont utilisés par les adhérents de la perspective techno-scientifique pour déterminer comment communiquer des informations concernant les risques au public.

Figure 4. Taxonomie des conceptions du risque

	Accent sur l'aspect objectif du risque	Accent sur les attitudes individuelles	Accent sur l'aspect socioculturel du risque	
Conception représentationnelle	Conception quantitative	Conception subjectiviste	Conception socio-constructiviste forte	Conception socio-constructiviste faible/réalisme critique
Conception réaliste	Perspective techno-scientifique	Paradigme psychométrique		
	Conception dispositionnelle			

La taxonomie de la figure 4 indique également que la conception dispositionnelle du risque est la seule conception du risque qui tient à la fois compte de l'aspect objectif du risque et du rapport entre le risque et les attitudes individuelles. Dans ce mémoire, je vais développer la conception dispositionnelle afin de montrer comment elle tient compte de l'aspect objectif du risque et des attitudes individuelles des agents, c'est-à-dire de l'aspect subjectif du risque. À la fin de la section suivante, je vais préciser ce que j'entends par « aspect objectif du risque » et « aspect subjectif du risque ». Cependant, je crois que d'autres conceptions du risque présentées dans la figure 4, par exemple la conception socioconstructiviste faible du risque (également appelée « réalisme critique »), pourraient être développées au plan théorique pour tenir compte de plusieurs aspects indiqués dans les colonnes du tableau. La figure 4 ne doit donc pas être interprétée de manière rigide : je soutiens simplement qu'il s'agit d'une manière adéquate de catégoriser les conceptions du risque telles qu'elles sont actuellement présentées dans la littérature. Je vais maintenant présenter avec plus de détails les différentes conceptions du risque indiquées dans la figure 4.

2.2 Les conceptions du risque

Dans cette section, je présente et j'analyse dans un premier temps la conception réaliste générale du risque. Je présente et j'analyse ensuite les conceptions du risque qui mettent l'accent sur l'aspect objectif des risques : la conception quantitative du risque et la perspective techno-scientifique du risque. Après,

je présente et j'analyse les conceptions du risque qui mettent l'accent sur le rapport entre attitudes individuelles et les risques, c'est-à-dire l'aspect subjectif des risques : le paradigme psychométrique et la conception subjectiviste. Finalement, je présente et j'analyse les conceptions du risque qui mettent l'accent sur l'aspect socioculturel des risques : la conception socioconstructiviste forte du risque et la conception socioconstructiviste faible du risque. À partir de cette analyse, je dégage deux dimensions du risque dont une conception adéquate du risque devrait tenir compte : la dimension objective du risque et la dimension subjective du risque. Dans la section suivante, je présente et j'analyse la conception dispositionnelle du risque. Je montre alors que la conception dispositionnelle du risque tient compte de ces deux dimensions du risque ainsi que des desiderata mentionnés en introduction : le caractère indésirable, le caractère possible et le caractère incertain du risque.

2.2.1 La conception réaliste du risque

Le réalisme, tel que je l'ai indiqué au chapitre précédent, est une thèse philosophique selon laquelle une classe d'entité donnée et ses instances existent indépendamment des attitudes des êtres humains, ou plus largement des attitudes des agents. Ainsi, selon la conception réaliste du risque, un risque existe indépendamment des croyances d'agents en l'existence ou l'inexistence de ce risque croient et indépendamment de la manière dont les agents parlent de ce risque.

Deux figures importantes, dans la littérature sur le risque, défendent une conception réaliste du risque : Rescher (1983) et Rosa (1998 ; 2010). Selon Rescher (1983, 7) le risque entretient un lien étroit avec la chance qu'une action fasse augmenter ou non la probabilité qu'un événement indésirable se produise. Qu'un risque existe ou non ne dépend pas selon Rescher de la connaissance que les agents ont de cette probabilité. Le risque est généralement caractérisé par trois éléments selon Rescher (1983, 6-7) : 1) le choix d'une action, 2) le caractère indésirable des conséquences et 3) la probabilité d'un événement indésirable. Cependant, Rescher remarque que ce sont les éléments (2) et (3) qui sont cruciaux pour caractériser le risque. En effet, nous ne savons pas toujours qu'un risque existe. Dans une situation où il y a un risque, nous ne choisissons donc pas toujours nos actions en tenant compte du risque présent dans la situation.

Rosa (1998 ; 2010) propose quant à lui une définition du risque qui correspond, dans les grandes lignes, à la définition proposée par Hansson (2018) dans les contextes non-techniques :

- *Risque-Rosa* : un risque est une situation dans laquelle une chose valorisée par des êtres humains est mise en jeu et dont l'issue est incertaine.

L'idée qu'un risque existe indépendamment de nos attitudes, dans les caractérisations proposées par Rescher et Rosa, ne semble toutefois pas s'accorder avec l'idée qu'une chose valorisée par des êtres humains est mise en jeu lorsqu'il y a un risque. Les critiques du réalisme du risque, comme Thompson (1986), font remarquer que dans la mesure où la référence à un risque renvoie à la possibilité de réalisation de conséquences *indésirables*, le risque ne peut pas être considéré comme une entité entièrement indépendante de nos attitudes individuelles et collectives. En effet, qu'une entité soit caractérisée comme indésirable dépend de l'évaluation qu'un agent fait de cette entité.

La prétention à l'objectivité du risque qui est défendue dans la caractérisation de Rescher et la définition *Risque-Rosa* peut néanmoins être défendue d'une certaine manière. Si un agent valorise une chose, alors il est objectivement juste de dire que cette chose a une valeur pour cet agent. Ainsi, il n'importe pas, dans la caractérisation de Rescher et dans *Risque-Rosa*, de savoir si la valeur accordée à une chose par un individu est la « bonne » valeur. Il importe simplement de savoir si une valeur lui est effectivement accordée ou non par un agent.

Cependant, il est nécessaire qu'une chose soit valorisée par un agent pour qu'un risque existe d'après la caractérisation de Rescher et *Risque-Rosa*. Ceci suggère qu'un risque a un aspect subjectif, contrairement à la présupposition de Rosa. En effet, s'il n'y a qu'un seul individu qui valorise un certain objet et que cet individu disparaît, il n'y a plus de risque pour cet individu que cet objet soit endommagé, bien que l'objet lui-même existe toujours. Une conception réaliste adéquate du risque doit ainsi soutenir à la fois que l'entité qu'est le risque existe indépendamment des agents et qu'un risque n'existe qu'en relation avec la valuation d'un agent.

2.2.2 La conception quantitative du risque

Tel qu'indiqué dans la figure 4, la conception quantitative du risque est une conception représentationnelle du risque qui met l'accent sur l'aspect objectif du risque. D'après la conception quantitative du risque, un risque est la mesure d'un potentiel de dommages (Kermisch, 2012, 3). C'est

pourquoi la conception quantitative du risque est une conception représentationnelle du risque : elle soutient qu'un risque est la mesure d'une entité, et non l'entité mesurée elle-même. Les définitions quantitatives du risque sont largement utilisées en raison de leur applicabilité pratique. En effet, elles proposent des mesures quantitatives des risques qui permettent de distinguer, notamment, les risques élevés des risques bénins. Elles sont ainsi de précieux outils d'analyse et d'aide à la décision.

Les définitions quantitatives classiques du risque sont la définition du risque comme probabilité d'un événement indésirable et la définition du risque comme valeur statistique espérée d'un événement indésirable. Ces deux définitions techniques du risque sont relevées par Hansson (2018). Ces définitions introduisent cependant des ambiguïtés dans certaines expressions dans lesquelles le terme « risque » est couramment utilisé. En effet, le terme « risque » est utilisé, par exemple, dans des expressions telles que « Le risque X est de 60% » ou « Le risque Y est plus élevé que le risque Z ». La première expression laisse entendre que « risque X » est utilisé au sens de « probabilité de l'événement X ». Cependant, lorsque nous disons « Le risque Y est plus élevé que le risque Z », nous ne voulons pas forcément dire que la probabilité de l'événement Y est plus élevée que la probabilité de l'événement Z. Nous pourrions également vouloir dire que les effets indésirables possibles de Y ont un plus grand impact dans une décision que les effets indésirables possibles de Z. Un risque ne semble donc pas pouvoir être identifié avec une probabilité.

C'est ici que la définition du risque comme valeur statistique espérée d'un événement indésirable entre en jeu. Le risque, défini comme une valeur statistique espérée, est la somme des produits de la probabilité d'occurrence d'un événement indésirable et de l'amplitude des dommages de cet événement, c'est-à-dire $R_{\text{Starr}} = \sum P(X_i) * A(X_i)$ (Starr et al., 1976). La variable $A(X_i)$ est parfois remplacée par la variable $U(X_i)$ qui représente l'utilité (négative) d'un risque, c'est-à-dire le degré de l'impact négatif qu'aurait la manifestation de ce risque pour un agent (Fischhoff et Kadvany, 2011). L'amplitude des dommages d'un événement ou l'utilité négative d'un risque est mesurée, par exemple, par le nombre de décès anticipés par 100 000 individus (cf. Wolff, 2007 ; Peterson, 2007).

Ces approches ont cependant été largement critiquées car un dommage est par définition une entité indésirable pour un agent et l'indésirabilité d'une entité pour un agent peut être caractérisée selon plusieurs dimensions. Certains chercheurs estiment ainsi qu'une définition adéquate du risque devrait

être composée de davantage de variables que la probabilité d'occurrence d'un événement indésirable et l'utilité négative des dommages potentiels. Des définitions multidimensionnelles du risque ont été proposées pour pallier ce problème (cf. Rayner et Cantor, 1987 ; Wolff, 2006 ; Kermisch, 2012). Ces ajouts sont utiles à la prise de décision, mais il n'y a pas forcément de consensus sur les dimensions dont il faut tenir compte dans l'élaboration d'une définition de ce type. Par conséquent, il n'y a pas davantage de consensus concernant la définition quantitative adéquate du risque.

2.2.3 La perspective techno-scientifique

Tel qu'indiqué dans la figure 4, la perspective techno-scientifique est une conception réaliste du risque qui met l'accent sur l'aspect objectif du risque. La perspective techno-scientifique est très proche conceptuellement de la conception quantitative du risque. En effet, les outils d'évaluation des risques développés dans le cadre de la conception quantitative du risque sont utilisés dans le cadre de la perspective techno-scientifique pour mesurer les risques. Par exemple, certains des chercheurs qui adoptent la perspective techno-scientifique choisissent la valeur statistique espérée comme outil de mesure des risques. Ainsi, la conception de Rescher (1983), catégorisée plus haut comme une conception réaliste du risque, peut être considérée comme s'inscrivant plus précisément dans la perspective techno-scientifique. En effet, Rescher recommande la valeur statistique espérée comme outil d'évaluation des risques tout en maintenant qu'un risque est une entité objective, existant indépendamment des agents.

La différence essentielle entre la perspective techno-scientifique, en tant que conception réaliste du risque, et la conception quantitative du risque, en tant que conception représentationnelle du risque, est que la première conçoit le risque comme une entité à mesurer tandis que la deuxième conçoit le risque comme la mesure d'une entité. Cette entité à mesurer est l'entité en vertu de laquelle il y a un potentiel de dommages. Les problèmes concernant les risques abordés dans le cadre de la perspective techno-scientifique ressemblent néanmoins à ceux abordés dans le cadre de la conception quantitative du risque, par exemple comment identifier et mesurer un risque, comment déterminer le degré d'importance d'un risque en fonction de ses effets potentiels et comment évaluer le degré de précision des théories scientifiques utilisées pour évaluer un risque et la robustesse des modèles causaux utilisés pour expliquer l'occurrence des risques (Lupton, 2013, 27). Ces angles d'approche sont adoptés notamment par les chercheurs en gestion des risques, en communication des risques et en analyse des

risques.

Puisque la perspective techno-scientifique est une conception réaliste du risque, la critique générale de Thompson concernant la conception réaliste du risque s'applique également à la perspective techno-scientifique. De la même manière, les reproches adressées à la conception quantitative du risque concernant la conception trop restrictive de l'indésirabilité qui y est parfois défendue peuvent également s'adresser à certaines conceptions du risque s'inscrivant dans la perspective techno-scientifique. Également, la perspective techno-scientifique est généralement critiquée parce qu'on y présente parfois le public profane comme un ensemble d'individus irrationnels attendant d'être informés adéquatement par les experts des risques (Lupton, 2013, 28). Par exemple, une distinction est généralement proposée dans la perspective techno-scientifique entre le risque objectif, réel, mesuré par les scientifiques, et le risque subjectif, sans existence véritable, imaginé et construit de toute pièce par le public (cf. Starr, Rudman et Whipple, 1976).

2.2.4 Le paradigme psychométrique

Pour savoir comment communiquer des informations concernant les risques au public, il faut comprendre comment les informations concernant les risques sont comprises par ce public. C'est à cette question que le paradigme psychométrique cherche à répondre essentiellement : quelles sont les réponses cognitives des individus aux risques et comment la vision du monde d'un individu façonne-t-elle sa compréhension des informations concernant les risques ? (Lupton, 2013, 49) Le paradigme psychométrique s'est développé principalement autour des études psychométriques de Slovic, Fischhoff et Lichtenstein menées dans les études 80. Ces recherches ont montré que nous sommes biaisés dans l'évaluation que nous faisons des risques (Slovic, Fischhoff et Lichtenstein, 1980 ; Slovic, Fischhoff et Lichtenstein, 1985 ; Slovic, 1987). Brunet et Schiffino (2012, 105), à partir des travaux de Slovic, Fischhoff et Lichtenstein, présentent quatre exemples de situations typiques dans lesquelles nous évaluons erronément un risque :

- Les individus considèrent qu'une situation à risque est plus risquée lorsque l'information relative à cette situation est facilement accessible et mémorisable. Ainsi, il est plus facile de se rappeler d'un seul accident d'avion qui a causé un grand nombre de décès que de plusieurs accidents de voitures qui ont chacun causé un ou deux décès.

- Plus un individu sent qu'il maîtrise une situation à risque, moins le risque qu'il encourt lui semble élevé. Nous préférons généralement prendre la voiture car nous sentons que nous contrôlons le cours des événements, ce qui n'est pas le cas dans l'avion.
- Plus une situation est familière à un individu, moins il la considère risquée. L'estimation du risque de faire un accident d'avion sera habituellement plus élevée pour un individu qui ne prend l'avion que quelques fois dans sa vie que pour un individu qui prend l'avion plusieurs fois par année.
- Finalement, nous surestimons habituellement le risque qu'implique une situation lorsque cette situation nous est imposée. Par exemple, si je choisis volontairement de faire du sport extrême, le risque de me blesser me semblera moins élevé que si l'on me force à faire une telle activité.

Slovic, Fischhoff et Lichtenstein acceptent la distinction entre le risque objectif et le risque subjectif. Ils adoptent donc une conception réaliste du risque. Toutefois, leurs recherches visent notamment à comprendre comment les représentations subjectives individuelles des risques sont construites par les individus qui les entretiennent. Slovic (1987) soutient que les résultats de ces recherches permettent notamment de déterminer comment communiquer adéquatement des informations concernant les risques au public de manière à réduire l'écart entre les représentations subjectives individuelles des risques et les risques objectifs. Ainsi, puisque le paradigme psychométrique centre son analyse sur les représentations subjectives individuelles, il peut être considéré comme une approche subjectiviste ancrée dans la conception réaliste du risque (Bradbury, 1989). C'est pourquoi, dans la figure 4, le paradigme psychométrique est classé comme une conception réaliste du risque qui met l'accent sur les rapports entre les risques et les attitudes individuelles dans son analyse.

Comme on le voit bien, le paradigme psychométrique consiste essentiellement en un travail d'enquête empirique situé dans le champ des sciences cognitives. Les fondements philosophiques du paradigme psychométrique peuvent donc être analysés et critiqués indépendamment des résultats empiriques de ces enquêtes. Dans la littérature sur le risque, le paradigme psychométrique est important en raison de l'accent qui y est mise sur les représentations subjectives individuelles des risques. En effet, ce changement de cap a conduit certains chercheurs dans le domaine des risques à s'intéresser davantage aux rapports entre les risques et la subjectivité humaine.

2.2.5 La conception subjectiviste

Certains chercheurs prennent appui sur les études psychométriques pour défendre l'idée qu'un risque n'est précisément qu'une construction individuelle, c'est-à-dire une représentation de potentialités négatives entretenue par un individu. C'est cette idée qui caractérise la conception subjectiviste du risque. Puisqu'un risque est une représentation individuelle d'après la conception subjectiviste, la conception subjectiviste est une conception représentationnelle du risque qui met l'accent sur les attitudes individuelles, tel qu'indiqué dans la figure 4.

Il est cependant difficile d'en dire davantage sur la conception subjectiviste du risque sans lancer de débats entre les théoriciens. Par exemple, certains chercheurs estiment qu'un risque est une représentation d'un élément objectif du monde. Ils soutiennent que cet élément objectif est ce que nous appelons un « danger » (Kermisch, 2012, 3). La distinction conceptuelle entre « risque » et « danger » a toutefois été critiquée par Rosa en raison de la synonymie des termes « risque » et « danger » (2010). Quoi qu'il en soit, ce qu'il est important de souligner ici, c'est que la conception subjectiviste est articulée autour de l'idée qu'un risque est une représentation subjective individuelle.

Peu de philosophes rejettent l'idée que cette représentation subjective individuelle est construite à partir d'un élément objectif du monde. Il est ainsi difficile de présenter ici une conception strictement subjectiviste du risque. L'une des théories du risque s'approchant le plus d'une conception strictement subjectiviste du risque est la théorie relationnelle du risque proposée par Boholm et Corvellec (2011). Selon Boholm et Corvellec (2011, 176), un risque est le résultat d'une cognition située (*situated cognition*) qui établit une relation de risque entre deux entités, un objet de risque (*risk object*) et un objet à risque (*object at risk*). Cette relation de risque est causale et contingente, de telle manière que l'objet de risque est considéré, sous certaines circonstances, être une menace pour l'objet à risque. Un objet de risque est ainsi considéré, par un individu, comme une menace pour un objet à risque auquel cet individu accorde une valeur positive. Une relation causale et contingente est alors établie entre la menace et l'objet menacé par cet individu. Selon Boholm et Corvellec (2011), c'est la représentation de ces trois éléments (l'objet de risque, l'objet à risque et la relation de risque) dans une situation donnée qui constitue le risque. Ainsi, un risque, dans la théorie relationnelle du risque, est une entité subjective.

Les approches comme la conception subjectiviste du risque qui mettent l'accent sur la subjectivité

humaine pour caractériser le risque ont l'avantage de tenir plus facilement compte des attitudes entretenues par les agents dans les situations où des risques sont supposés être présents, à tort ou à raison. Toutefois, elles négligent généralement le fait que nous pouvons être exposés à un risque sans nous en rendre compte. Par exemple, je peux très bien ignorer que le plafond du bureau risque de me tomber sur la tête en ce moment. Certains défenseurs de la conception subjectiviste du risque répondent à ceci probablement que le support physique de la possibilité objective que le plafond du bureau me tombe sur la tête n'est pas un risque, mais un danger. Cette réponse n'est cependant pas très satisfaisante.

Premièrement, il ne s'agit que d'un emploi différent du mot « risque ». Même si un risque est bel et bien une représentation, il n'en demeure pas moins que ceux qui proposent une distinction entre risque et danger admettent par le fait même l'existence d'un élément objectif du monde avec lequel un risque est en relation. Cet élément objectif du monde ne peut donc pas être écarté aussi facilement de l'analyse lorsque nous parlons des risques.

Deuxièmement, on peut se demander s'il est nécessaire que la représentation que nous appelons un « risque » soit consciemment entretenue par un individu. Par exemple, même si j'ignore que le plafond du bureau peut me tomber sur la tête, le danger que le plafond du bureau me tombe sur la tête existe tout de même. Une conception adéquate du risque doit selon moi expliquer les cas dans lesquels un agent est ignorant concernant l'existence d'un danger ou d'un risque, selon la conception défendue de chacune de ces entités.

2.2.6 La conception socioconstructiviste forte

Certains chercheurs estiment qu'un risque n'est pas une construction individuelle, mais plutôt une construction sociale, c'est-à-dire une représentation collective et sociale. C'est pourquoi on l'appelle plus communément la « conception socioconstructiviste du risque » (Brunet et Schiffino, 2012 ; Kermisch, 2012). Tel qu'indiqué dans la figure 4, la conception socioconstructiviste forte est une conception représentationnelle du risque qui met l'accent sur l'aspect socioculturel du risque.

Le concept de « construction » est central en ontologie sociale. Des caractérisations diverses de ce concept sont toutefois proposées dans la littérature selon les éléments qui servent à la construction en

question et selon la manière estimée de procéder à cette construction (Epstein, 2018). Une diversité semblable de caractérisation du terme se retrouve dans les différentes théories socioconstructivistes du risque proposée dans la littérature, ce qui ne facilite pas la tâche de déterminer précisément ce qui est entendu par l'idée qu'un risque est une construction sociale.

Brunet et Schiffino (2012) présentent de manière assez générale la conception socioconstructiviste du risque, ce qui leur évite d'avoir à choisir une caractérisation explicite du concept de « construction sociale ». Selon eux, les risques, dans la conception socioconstructiviste du risque, sont considérés « comme étant le résultat de processus sociaux, culturels et/ou politique qui ont un effet direct sur l'analyse des aléas à prendre en compte » (Brunet et Schiffino, 2012, 106). Un risque est alors le résultat de l'interaction entre un contexte socioculturel et, à des degrés variables selon les auteurs, le monde extérieur (Kermisch, 2012, 5).

Brunet et Schiffino (2012, 106-108) distinguent trois principaux courants dans la conception socioconstructiviste des risques :

- La théorie culturaliste, défendue par Douglas et Wildavsky (1983), selon laquelle les risques sont une manière développée par les sociétés occidentales afin de gérer les dangers. Selon cette approche, les institutions sociales comme l'école se chargent de transmettre les modèles culturels qui déterminent les valeurs qui seront adoptées et rejetées par la communauté. Les risques sont construits à partir de ces modèles culturels.
- La théorie de la gouvernementalité, défendue par certains chercheurs dans la suite des travaux de Foucault (1984), selon laquelle les risques sont un outil de régulation du pouvoir. D'après cette théorie, les risques servent à faire la promotion de l'idéologie dominante. Ils permettent de surveiller, contrôler et réguler la société en indiquant de quoi il convient d'avoir peur.
- La théorie de la société du risque, développée par Beck (1986), selon laquelle les risques en sont venus à occuper une place de plus en plus importante dans le discours occidental en raison du caractère techno-scientifique des sociétés occidentales.

Sans entrer dans le détail de ces différents courants, ils ont tous comme fondement, en tant que conception constructiviste du risque, l'idée que ce qui est considéré comme un risque dépend de la

perspective d'une communauté d'agents. Imaginons une communauté X et une communauté Y qui entretiennent chacune une représentation différente d'une situation S de telle manière que la communauté X et la communauté Y se représentent la situation S comme étant un risque, mais à des degrés différents. D'un point de vue théorique, la question est alors de déterminer si la situation S est un seul risque que la communauté X et la communauté Y se représentent différemment ou si la représentation de la communauté X de S et la représentation de la communauté Y de S sont deux risques différents. Pour le réalisme du risque, c'est la première position qui est défendue. En effet, elle évite d'indexer l'existence d'un risque à la perspective d'une communauté. Elle évite également, par principe d'économie, une multiplication des risques qui se trouvent dans notre environnement. La question n'est cependant pas aussi facile à trancher pour la conception socioconstructiviste du risque.

2.2.7 La conception socioconstructiviste faible/le réalisme critique

Certaines conceptions socioconstructivistes du risque adoptent une position similaire à celle du réalisme du risque sur cette question. La dimension socioconstructiviste de ces thèses s'en trouve par conséquent affaiblie et la dimension réaliste s'en trouve renforcée. C'est pourquoi on regroupe ces conceptions sous le nom de « conception socioconstructiviste faible du risque » et/ou « réalisme critique ». Tel que l'indique la figure 4, il y a une ambiguïté à déterminer si le socioconstructivisme faible du risque est une conception représentationnelle ou une conception réaliste du risque. Le réalisme critique, dans la littérature sur le risque, est adopté notamment par Douglas et Wildavsky (1983), et moins explicitement par Beck (1986).

Selon Douglas et Wildavsky (1983), un risque est le résultat de la sélection d'un danger par une communauté d'agents en fonction des valeurs de cette communauté. Ces valeurs sont elles-mêmes déterminées par la position sociopolitique occupée par la communauté en question dans la société dont elle fait partie. La distinction entre « risque » et « danger » n'est toutefois pas toujours clairement maintenue par Douglas et Wildavsky (1983, 2, traduction libre) :

- « [Au] niveau des politiques publiques, les principaux dangers peuvent être groupés en quatre catégories :
1. relations internationales [...] ;
 2. la criminalité [...] ;
 3. la pollution [...] ;
 4. la faillite économique.

Est-ce que les gens qui s'inquiètent concernant le futur s'inquiètent au même degré des quatre catégories de risque ? »

De plus, en opposition aux conceptions subjectivistes et socioconstructivistes plus radicales du risque, Douglas et Wildavsky (1983) indiquent que nous ne pouvons pas être informés à l'égard de tous les risques qui nous entourent. Qui plus est, même si nous avons une telle connaissance, il y aurait selon eux toujours des désaccords concernant les risques puisque différents groupes n'accordent pas la même importance aux mêmes types de risque dépendamment de leurs valeurs respectives. Beck (1986, 62), de la même manière, affirme que « les risques constituent des biens qu'il s'agit d'éviter, dont on soutient la non-existence jusqu'à ce que l'on soit contredit ». Les conceptions du risque relevant du réalisme critique ne conçoivent ainsi pas le risque comme une simple représentation subjective. En effet, des éléments objectifs du monde sont intégrés à la caractérisation du risque dans le réalisme critique. Ainsi, mis à part les conceptions subjectivistes et socioconstructivistes plus radicales, la vaste majorité des conceptions du risque admettent qu'un risque a un aspect objectif, bien qu'il soit également admis qu'un risque a un aspect indésirable et donc subjectif.

2.2.8 Les deux dimensions du risque

La présentation et l'analyse des différentes conceptions du risque entreprises dans cette section permettent de dégager deux positions ontologiques générales concernant le risque dans la littérature. D'abord, les conceptions réalistes du risque, dans la suite des travaux de Rescher (1983), sont fondées sur l'idée qu'un risque est une entité objective, c'est-à-dire une entité qui existe indépendamment des agents. Ensuite, les conceptions représentationnelles du risque, dans la suite de la critique de Thompson (1986) à l'endroit de Rescher, sont fondées à l'inverse sur l'idée qu'un risque est une entité subjective, c'est-à-dire une entité construite à partir des processus cognitifs d'un ou plusieurs agents. Ces deux propositions sont à première vue irréconciliables.

Pour résoudre ce paradoxe, il a été proposé récemment qu'un risque a en fait une dimension objective et une dimension subjective (Grenier et Barton, en révision) :

1. La dimension objective du risque : un risque est une entité qui existe indépendamment de la connaissance que nous en avons.
2. La dimension subjective du risque : un risque, en raison de son caractère indésirable, est une

entité qui est en relation avec les attitudes d'un agent.

Ces deux dimensions s'ajoutent selon moi aux desiderata d'une conception adéquate du risque. En effet, il est généralement admis qu'un agent peut être exposé à un risque sans le savoir. Il est également généralement admis qu'il y a un risque pour un agent lorsqu'il y a une possibilité d'occurrence d'un événement indésirable pour cet agent (cf. Hansson, 2018). Pour parvenir à une conception adéquate du risque, ces deux dimensions doivent être prises en compte. À la prochaine section, je montre comment une conception du risque en termes de disposition, c'est-à-dire une conception dispositionnelle du risque, permet de concilier la dimension objective du risque et la dimension subjective du risque.

2.3 Une conception dispositionnelle du risque

En plus de la dimension objective du risque et de la dimension subjective du risque, j'ai dégagé en introduction, à partir des définitions de Hansson (2018), trois desiderata supplémentaires d'une conception adéquate du risque : le caractère indésirable du risque, le caractère possible du risque et le caractère incertain du risque.

On peut également relever, dans la littérature sur le risque, des rapports entre le risque et la causalité. En effet, un risque est généralement caractérisé par ses effets indésirables. Parmi les conceptions du risque présentées dans ce chapitre, ce rapport entre risque et causalité apparaît explicitement dans la perspective techno-scientifique. Il apparaît également dans l'une des définitions du risque relevée dans le glossaire de la Society for Risk Analysis (Aven et al., 2018, 5) : « Un risque est un potentiel de réalisation des conséquences indésirables d'un événement. » De la même manière, parmi les cinq définitions techniques du risque relevées par Hansson (2018), l'une d'entre elles indique explicitement qu'un risque est la cause d'un événement indésirable, possible et incertain.

Ce rapport entre risque et causalité apparaît également explicitement dans la théorie relationnelle du risque proposée par Boholm et Corvellec (2011), fondée sur les travaux de Hilgartner (1992). Beck (1986) indique aussi plus ou moins explicitement des liens entre risque et causalité, bien que les travaux de Beck laissent davantage place à l'interprétation. La causalité, dans les travaux de Boholm et Corvellec (2011), Hilgartner (1992) et Beck (1986), est conçue à la manière anti-réaliste de David Hume, c'est-à-dire comme le résultat d'une inférence par un agent. La causalité n'a donc pas une réalité objective dans ces approches.

Je travaillerai plutôt ici sous l'hypothèse que la causalité a une réalité objective afin de rendre compte de la dimension objective du risque. Une conception réaliste de la causalité suppose que la causalité est une caractéristique objective du monde, c'est-à-dire que la causalité existe indépendamment des inférences que nous faisons à son propos (cf. Jacobs 2017). Cette objectivité de la causalité, d'après le réalisme causal, est assurée par le fait que les propriétés présentes dans le monde sont des dispositions (ou des pouvoirs) qui produisent certains effets (Esfeld, 2011). La conception dispositionnelle du risque, que je détaille davantage plus bas, est fondée sur l'idée qu'un risque est une disposition. Ceci permet de tenir compte à la fois de la dimension objective du risque, du caractère possible du risque, du caractère incertain du risque et des rapports entre risque et causalité.

Je reviendrai à la caractérisation des dispositions au prochain chapitre. De manière générale, une disposition est une propriété d'une entité, par exemple la fragilité d'un verre, qui se manifeste dans certaines circonstances, par exemple la fragilité d'un verre se manifeste par un bris de ce verre. On distingue habituellement deux types de disposition : les dispositions à manifestation garantie (*surefire disposition*), qui se manifeste toujours lorsque les conditions requises sont satisfaites, et les tendances, qui ne se manifeste pas toujours lorsque les conditions requises sont satisfaites. Une analyse des tendances est importante dans le cas des risques. En effet, on peut identifier trois traits généraux des risques à partir des desiderata spécifiés ici :

1. Caractère possible du risque : l'existence d'un risque implique la possibilité de manifestation d'un événement indésirable.
2. Caractère incertain du risque : l'existence d'un risque implique une incertitude quant à sa possibilité de manifestation.
3. Dimension objective du risque : un risque existe indépendamment de la connaissance que nous en avons.

De la même manière, puisqu'une tendance est une propriété qui peut produire certains effets et que ces effets ne se manifestent pas en toutes circonstances, une tendance a un caractère possible et un caractère incertain. Ainsi, on peut identifier trois traits généraux des tendances similaires à ceux du risque :

1. L'existence d'une tendance implique la possibilité de manifestation d'un événement.
2. L'existence d'une tendance implique une incertitude quant à sa possibilité de manifestation.
3. Une tendance est une disposition, et une disposition existe indépendamment de la connaissance que nous avons de son existence.

Les risques et les tendances ont donc des traits similaires. La différence notable entre un risque et une tendance est que l'événement possible anticipé est indésirable dans le cas d'un risque, alors qu'il ne l'est pas nécessairement pour une tendance. Ainsi, tous les risques sont des tendances, mais toutes les tendances ne sont pas des dispositions.

J'ai proposé dans cette section qu'un risque est une disposition. Pour distinguer les risques des dispositions et caractériser le risque selon les desiderata précisés ici, il faut ajouter un élément tenant compte du caractère indésirable du risque et de la dimension subjective du risque à la définition. Dans le cadre de la conception du risque comme disposition, que j'appelle « conception dispositionnelle du risque », je propose la définition suivante du risque :

- *Risque-pour- x_i* : un risque pour un agent x_i est une disposition dont la manifestation est indésirable pour l'agent x_i .

Remarquons d'abord que la définition implique l'existence d'un agent x_i pour qui la manifestation d'une disposition est indésirable. Ceci est cohérent avec la dimension subjective du risque : un risque existe toujours en relation avec les désirs d'un agent. S'il n'existe pas d'agents, il n'existe pas de risques. Je reviendrai à la caractérisation des agents, des désirs et de l'indésirabilité au quatrième chapitre de ce mémoire.

Remarquons également que l'agent x_i n'a pas besoin de porter activement un jugement négatif sur les manifestations possibles d'une disposition pour que celle-ci soit une instance de *Risque-pour- x_i* : il suffit que ces manifestations soient indésirables étant donné les désirs de l'agent x_i . Par exemple, je n'ai pas besoin de porter activement un jugement négatif sur l'éventualité que le plafond de cette pièce où je suis présentement s'écroule pour que la disposition de ce plafond à s'écrouler constitue un *Risque-*

pour-moi : il suffit que cette conséquence soit indésirable étant donné mon attitude à son égard. Ainsi, selon cette conception, un risque est une disposition en relation avec les attitudes d'un agent ; cette disposition est un risque pour un agent car sa manifestation est indésirable pour cet agent.

Cette définition concilie la dimension objective et la dimension subjective du risque de manière cohérente. D'une part, puisque l'existence d'une disposition, d'après le réalisme des dispositions, est indépendante de la connaissance que nous en avons, la disposition qui peut avoir le statut de risque existe également indépendamment de notre connaissance de celle-ci. C'est pourquoi, tel que l'indique la figure 4, la conception dispositionnelle du risque est une conception réaliste du risque. D'autre part, puisqu'une disposition peut être un risque en vertu du caractère indésirable de ses manifestations pour un agent, la dimension subjective du risque est prise en compte. C'est pourquoi, tel que l'indique la figure 4, la conception dispositionnelle du risque, en plus de mettre l'accent sur les caractéristiques objectives des dispositions, met l'accent sur les attitudes individuelles.

Dans ce chapitre, j'ai présenté, à partir d'une taxonomie appuyée sur la littérature pertinente, les principales conceptions philosophiques du risque. De l'analyse de ces conceptions du risque, j'ai tiré trois desiderata d'une conception adéquate du risque : la dimension objective du risque, la dimension subjective du risque et le caractère causal du risque. Ces desiderata s'ajoutent à ceux présentés en introduction : le caractère indésirable du risque, le caractère possible du risque et le caractère incertain du risque.

Dans le cadre de la conception dispositionnelle du risque que je propose ici, la dimension objective du risque est expliquée par les rapports entre possibilité, causalité et disposition. En ce sens, la dimension objective du risque n'est pas complètement distincte du caractère possible et du caractère causal du risque dans la conception proposée ici. Toutefois, ceci n'est pas nécessairement le cas pour n'importe quelle conception du risque : la causalité pourrait par exemple être caractérisée comme le résultat d'une inférence par un agent.

La dimension subjective du risque est quant à elle ici expliquée par deux types d'attitude : l'incertitude et les désirs. En effet, l'incertitude peut être caractérisée comme l'attitude d'un agent à l'égard d'une proposition. Par exemple, je suis présentement incertain qu'il va pleuvoir demain. La notion de

« possibilité » n'est donc pas équivalente à celle d' « incertitude » dans ce mémoire. Également, je propose, au quatrième chapitre, que l'indésirabilité d'un état de choses dépend des désirs d'un agent. Je soutiens donc qu'un risque est en relation avec les désirs d'un agent. On peut toutefois noter que d'autres attitudes, comme les valeurs et les préférences, sont utilisées dans la littérature pour caractériser l'indésirabilité d'un état de choses. Ainsi, la dimension subjective du risque n'est quant à elle pas complètement distincte du caractère incertain et du caractère indésirable du risque dans la conception du risque proposée. La dimension subjective du risque pourrait toutefois être distinguée de son caractère incertain et de son caractère indésirable, par exemple si l'on caractérise l'indésirabilité comme une caractéristique objective d'un état de choses.

Il demeure selon moi important d'énoncer explicitement la dimension objective et la dimension subjective du risque dans le cadre de l'ontologie philosophique et de la formalisation du risque en ontologie appliquée. En effet, la dimension objective et la dimension subjective sont régulièrement mentionnées, sans toutefois être nommées de cette manière, dans la littérature sur le risque. Toutefois, ces deux dimensions du risque ne sont pas systématiquement prises en compte dans les différentes conceptions du risque proposées dans la littérature. L'énonciation explicite de ces deux dimensions comme desiderata d'une définition du risque sert ainsi à rappeler leur importance respective pour caractériser le risque.

Finalement, j'ai présenté les bases d'une conception dispositionnelle du risque et j'ai expliqué brièvement comment cette conception du risque permet de satisfaire l'ensemble de ces desiderata. Ainsi, au prochain chapitre, je caractérise plus précisément les dispositions de manière à expliquer la première partie de la définition proposée : un risque *est une disposition* dont la manifestation est indésirable pour un agent. Au quatrième chapitre, je précise en vertu de quoi une manifestation est indésirable pour un agent afin d'expliquer la deuxième partie de la définition proposée. Les deux chapitres suivants permettent donc de préciser la définition du risque proposée dans le présent chapitre.

Troisième chapitre : Les dispositions

J'ai proposé, au chapitre précédent, la définition suivante du risque : un risque est une disposition dont la réalisation est indésirable pour un agent. Dans ce chapitre, je clarifie la première partie de cette définition, c'est-à-dire l'idée qu'un risque est une disposition. Cette analyse est importante car elle permet d'expliquer comment tenir compte de l'aspect possible du risque, de l'aspect incertain du risque et de la dimension objective du risque. Caractériser le risque comme une disposition permet également de tenir compte de l'aspect causal du risque.

Ce chapitre est divisé en deux sections. Dans la première section, je discute des arguments en faveur et en défaveur de l'existence des dispositions. Dans la deuxième section, je présente et j'analyse deux modèles ontologiques des dispositions proposés dans la littérature : le modèle stimulus-manifestation et le modèle des manifestations mutuelles.

3.1 Est-ce que les dispositions existent ?

En ontologie, on distingue généralement deux types de propriété : les propriétés catégoriques et les propriétés dispositionnelles (Orilia et Swoyer, 2017). Les propriétés catégoriques sont des propriétés manifestes des objets, comme la taille ou la forme d'un verre. À l'inverse, les propriétés dispositionnelles sont des propriétés des objets qui ne se manifestent que sous certaines conditions, par exemple la fragilité d'un verre. En effet, la fragilité d'un verre ne se manifeste que lorsque ce verre se brise. C'est pourquoi on appelle également les propriétés dispositionnelles des « pouvoirs latents » (cf. McKittrick, 2010 ; Guzzini, 2017). La distinction entre propriétés catégoriques et dispositions est toutefois controversée en philosophie. En effet, certains philosophes rejettent le dualisme des propriétés et défendent une forme ou une autre de monisme des propriétés (Mumford, 1998). Les philosophes qui défendent le monisme des propriétés catégoriques estiment ainsi que les dispositions n'existent pas. Je présente d'abord les principaux arguments de ce groupe de philosophes.

3.1.1 Les arguments en défaveur de l'existence des dispositions

Les dispositions, de manière générale, sont des propriétés des objets qui servent à expliquer les événements passés et à prédire les événements futurs (Mumford, 1998). En effet, puisqu'une disposition est une propriété, elle joue un rôle causal dans une explication. C'est pourquoi on appelle parfois les

dispositions des « pouvoirs causaux ».

Les philosophes qui rejettent l'existence des dispositions prennent habituellement pour cible la pertinence explicative des dispositions. Pour expliquer un phénomène, on cherche généralement à identifier la cause de ce phénomène. Par exemple, si je veux expliquer pourquoi il fait chaud dans mon bureau présentement, je vais dire que la température élevée est causée par le fait que le Soleil est à son zénith et que le ciel est dégagé. La position du Soleil dans le ciel et l'absence de nuages sont ainsi des éléments pertinents pour expliquer la température élevée dans la pièce où je me trouve.

La pertinence d'une référence à une entité dans une explication est à la base du critère causal pour l'existence d'une entité : pour toute entité intrinsèque non abstraite P, P existe si et seulement s'il existe des circonstances C dans lesquelles l'instanciation de P a des conséquences causales (Mumford, 1998, 122). Les philosophes qui rejettent l'existence des dispositions rejettent généralement l'idée qu'il est pertinent de référer à des dispositions pour expliquer des phénomènes. Ainsi, si les dispositions ne jouent aucun rôle explicatif dans les théories scientifiques, il n'y a aucune raison de les faire intervenir dans une explication scientifique selon ces philosophes.

Mumford (1998, 121) distingue quatre principaux arguments articulés autour du défaut de pertinence explicative des dispositions : l'argument que les dispositions n'appartiennent pas à la bonne catégorie ontologique pour être une cause, l'argument de la redondance des dispositions dans les explications scientifiques, l'argument de la circularité des explications dispositionnelles et l'argument de la vertu dormitive (*virtue dormitiva*). Je présente et j'analyse ici deux de ces arguments et les réponses de Mumford : l'argument de la redondance explicative et l'argument de la vertu dormitive. D'une part, ce sont ces deux arguments qui me semblent les plus pertinents. D'autre part, l'argument de la circularité explicative recoupe en bonne partie celui de la vertu dormitive.

Il faut noter que Mumford répond à ces arguments en défendant une conception spécifique des dispositions : la conception fonctionnelle des dispositions. D'après la conception fonctionnelle des dispositions de Mumford (1998, 76), une attribution d'une disposition à une entité est une caractérisation des effets que pourrait produire une base causale dans certaines circonstances, par opposition à une caractérisation catégorique de cette base causale. Les réalistes des dispositions

défendent en effet généralement l'idée que les dispositions ont un arrimage matériel dans le monde. Cet arrimage matériel est ce que nous appelons la « base causale » d'une disposition, traditionnellement considérée comme une propriété catégorique ou un complexe de propriétés catégoriques (Prior, Pargetter et Jackson, 1982). Caractériser de manière catégorique une base causale revient plutôt à décrire la forme et les structures physiques de cette base causale. L'attribution d'une disposition à une entité est donc un mode de présentation particulier de la base causale de cette disposition selon Mumford.

Puisque Mumford défend une conception spécifique des dispositions, la conception fonctionnelle, il est possible que les réponses de Mumford aux arguments en défaveur de l'existence des dispositions ne soient pas valables pour d'autres conceptions des dispositions que la sienne. Toutefois, la conception fonctionnelle des dispositions est fondée sur un modèle standard des dispositions dans la littérature : le modèle stimulus-manifestation (Anjum et Mumford, 2017). C'est d'ailleurs ce modèle qui est adopté dans BFO (Röhl et Jansen, 2010 ; Barton, Grenier, Jansen et Éthier, 2018). J'y reviendrai dans la section suivante. Ici, je me contente d'indiquer que les réponses de Mumford sont selon moi valables pour toute conception réaliste des dispositions fondée sur le modèle stimulus-manifestation.

Le premier argument que je présente contre la pertinence explicative des dispositions est l'argument de la redondance des dispositions dans l'explication scientifique. Quine (1974), par exemple, soutient que toutes les propriétés sont des propriétés catégoriques. Selon Quine, toute référence à des dispositions dans les théories scientifiques doit éventuellement être remplacée par une référence à un état physique ou à un mécanisme physique. En effet, les références aux dispositions, d'après Quine, n'apportent rien aux explications scientifiques que les références aux états physiques et aux mécanismes physiques n'apportent pas déjà. Quine tolère néanmoins les termes dispositionnels dans une théorie scientifique tant que les états physiques ou les mécanismes auxquels ces termes dispositionnels réfèrent n'ont pas été identifiés. Toutefois, Quine n'explique pas ce qu'il entend par « état physique » et « mécanisme ». De plus, il ne propose pas un exemple d'une explication scientifique respectant le modèle qu'il propose.

O'Shaugnessy (1970) appuie l'idée de Quine. Il propose l'explication de l'élévation d'un objet dans l'eau pour illustrer cette idée :

1. Le ratio de la masse d'un objet par rapport à son volume imperméable est inférieur à 1.
2. Cet objet a une masse.
3. Cet objet tend à bouger dans la direction de la force appliquée sur cet objet.
4. La densité de l'eau est égale à 1.
5. L'eau exerce une poussée vers le haut sur les objet qui est égale à la masse de l'eau que ces objets déplacent.

Cependant, comme le remarque Mumford (1998, 131), les conditions (3) et (5) énoncées par O'Shaugnessy font appel à des dispositions : la tendance à bouger dans la direction d'une force et l'exercice d'une poussée vers le haut (qui implique une tendance à bouger vers le haut). Selon Mumford, les dispositions sont nécessaires dans l'explication scientifique pour expliquer les changements d'états. En effet, il est nécessaire d'expliquer, souligne Mumford, ce que les structures physiques *peuvent* faire et comment elles le font : quelles sont leurs capacités et leurs dispositions dans différentes situations, dans quels processus elles sont impliquées et comment elles sont affectées par d'autres objets et d'autres substances. Ainsi, une référence à des capacités et à des dispositions, ne peut pas être complètement éliminée de l'explication scientifique (Mumford, 1998, 131).

Le second argument que je présente contre la pertinence explicative des dispositions est l'argument de la vertu dormitive. Dans *Le Malade Imaginaire* de Molière, l'un des personnages demande à un médecin pourquoi l'opium endort les gens lorsqu'ils en consomment. Le médecin répond qu'il y a dans l'opium une vertu dormitive telle que l'opium rend les sens somnolents lorsqu'il est consommé. L'explication est donc triviale. Mumford reconnaît que cet argument s'applique à sa conception fonctionnelle des dispositions, ce qu'il ne concède pas dans le cas de l'argument de la circularité explicative (1998, 137). Mumford concède que l'attribution d'une disposition, dans le cadre de la conception fonctionnelle, est similaire à l'attribution d'une vertu dormitive. Pour répondre à la charge de trivialité, Mumford (1998, 138) distingue, à partir de l'exemple tiré du *Malade Imaginaire*, deux types de question relative aux explications dispositionnelles :

1. Pourquoi la consommation d'opium par un individu est suivie par le sommeil de cet individu ?
2. Pourquoi l'opium cause-t-il le sommeil ?

Pour répondre à la question (1), Mumford (1998, 138) présente un cas qui est selon lui similaire à celui de la somnolence d'un individu suite à la consommation d'opium : le syndrome des cheveux incoiffables. D'après certaines recherches, certains individus ont des cheveux qui sont tout simplement incoiffables. En attribuant aux cheveux d'un individu la propriété d'être incoiffables, nous éliminons d'autres causes possibles des cheveux indisciplinés de cet individu, comme la paresse de cet individu, une altercation violente avec un autre individu ou simplement de la sorcellerie (Mumford, 1998, 139).

Ainsi, Mumford estime qu'expliquer que les cheveux d'un individu sont incoiffables en raison du syndrome des cheveux incoiffables n'est pas trivial. De la même manière, selon Mumford, une réponse à la question (1) qui attribuerait une propriété particulière à l'opium n'est pas triviale. Soit l'énoncé E0 « La consommation d'opium par un individu est suivi par une somnolence de cet individu parce qu'il possède une disposition à endormir les individus ». L'énoncé E0 permet d'éliminer d'autres explications possibles : l'individu qui consomme l'opium est simplement fatigué, la personne qui administre l'opium a ajouté un somnifère à l'opium, etc. Toutefois, comme le remarque Mumford, la question posée dans *Le Malade Imaginaire* est la question (2) : pourquoi l'opium cause-t-il le sommeil des gens ? Ainsi, bien que la réponse à la question (1) ne soit pas une explication triviale d'après Mumford, il ne s'agit pas de la question qui est posée dans *Le Malade Imaginaire*.

Si E0 est utilisé comme réponse à la question (2), Mumford (1998, 139) concède que l'explication dispositionnelle est nécessairement triviale. En effet, les dispositions sont selon lui des propriétés définies fonctionnellement et une propriété définie fonctionnellement est liée trivialement à son rôle fonctionnel. Ceci ne constitue cependant pas une raison de penser que les dispositions ne sont pas causalement efficaces selon Mumford (1998, 139-140). En effet, même si la conception fonctionnelle des dispositions mène à la conclusion triviale que la cause de G a causé G dans le cas des questions de type (2), il n'en demeure pas moins qu'il existe effectivement une cause de G qui a causé G.

Mumford (1998, 140) indique à cet égard qu'il y a une distinction à faire entre l'extensionnalité de la relation causale et l'intensionnalité de la relation d'explication causale. Il faut reconnaître qu'il existe nécessairement une cause de G ayant causé G. Autrement dit, il existe nécessairement une extension de cette relation causale, c'est-à-dire qu'il existe nécessairement un référent de la cause de G ayant causé G et un référent de G. Ce n'est toutefois pas la cause de G ayant causé G qui est causalement explicative

puisque la cause de G n'est pas un énoncé. En effet, une relation d'explication causale est intensionnelle : dans une explication causale, ce ne sont pas des référents qui sont mis en relation, mais plutôt des termes pourvus d'une signification. Pour une explication causale donnée, ce sont les significations de ces termes qui déterminent si cette explication causale est satisfaisante, et non les référents de ces termes. Par exemple, on peut définir ce qu'est un ordinateur d'au moins deux manières : comme un assemblage de métal et de plastique, ou comme une machine capable de réaliser un certain nombre de fonctions. Il s'agit de deux modes de présentation différents d'un ordinateur. Si l'on cherche à expliquer ce que fait un ordinateur et comment fonctionne un ordinateur, le deuxième mode de présentation est celui qu'il faut utiliser.

Selon Mumford, c'est donc le mode de présentation de la cause de G et de G dans un énoncé qui détermine si cet énoncé explique effectivement G. Ainsi, si A cause B, la description α du référent A est une explication causale informative de B, sous la description β , si α et β sont des modes de présentation adéquats de A et B relativement au type d'explication attendue. Par description d'une entité, il faut comprendre ici un énoncé qui permet d'identifier cette entité dans un contexte donné. Par exemple, supposons que je demande à quelqu'un de me donner un cachet d'aspirine qui se trouve dans un compartiment à médicaments. Cette personne me demande à quoi ressemble le médicament en question. Je lui réponds par l'énoncé E : « Ce médicament est rond et rouge ». Dans ce contexte, l'énoncé E est suffisant pour distinguer le cachet d'aspirine des autres médicaments qui se trouve dans le compartiment. L'énoncé E est donc une description du cachet d'aspirine dans ce contexte.

Reprenons l'exemple de la vertu dormitive de l'opium pour expliquer cette idée. L'ingestion d'une pilule d'opium par un individu, le phénomène A, cause la somnolence de cet individu, le phénomène B. Considérons, par exemple, la description α de A décrivant la forme et la couleur de la pilule d'opium. La description α ne permet pas d'expliquer pourquoi l'individu s'endort après avoir consommé de l'opium. En effet, décrire la forme et la couleur d'une pilule à l'aide d'un énoncé ne permet pas d'expliquer pourquoi son ingestion provoque de la somnolence chez un individu puisque deux pilules de même forme et de même couleur peuvent produire des effets différents. La description α de A n'est donc pas un mode de présentation adéquat de A pour expliquer pourquoi A cause B. Considérons maintenant une description α' de A, décrivant les effets que produit l'opium dans certaines circonstances. La description α' est une description fonctionnelle de A. Selon Mumford, la description

α' est ici un mode de présentation qui permet d'expliquer pourquoi A cause B.

Cette réponse de Mumford s'articule bien avec l'idée que la visée de l'ontologie est descriptive plutôt qu'explicative. Dans la mesure où une disposition est effectivement une cause de ses manifestations, il importe alors surtout pour l'ontologie de représenter cette cause et la relation causale qui mène à ces manifestations. L'explication, sous le mode intensionnel, d'une relation causale entre une disposition et ses manifestations est certes désirable, mais elle n'est pas nécessaire à la représentation, sous le mode extensionnel, des relata empiriques de cette relation causale.

3.1.2 Les arguments en faveur de l'existence des dispositions

J'ai discuté, à la section précédente, des arguments en défaveur de l'existence des dispositions. Je présente à présent les arguments en faveur de l'existence des dispositions. Les philosophes qui soutiennent que les dispositions existent défendent la thèse nommée « réalisme des dispositions ». De manière générale, trois catégories d'arguments sont proposées en appui au réalisme des disposition : l'argument de la distinction entre une disposition et sa base catégorique défendu par Prior, Pargetter et Jackson (1982), l'argument de la différence de comportement défendu par Mumford (1998) et l'argument des conditions d'identité d'une propriété défendu par Chakravartty (2017a). Je présente et j'analyse ici deux de ces arguments : l'argument de la différence de comportement et l'argument des conditions d'identité d'une propriété. L'argument de la distinction entre une disposition et sa base catégorique abordent des questions philosophiques intéressantes concernant les dispositions. Il s'agit toutefois d'une série de trois arguments proposés par Prior, Pargetter et Jackson et il est donc difficile de traiter leur argumentaire de manière concise.

Le premier argument que je présente en faveur du réalisme des dispositions est l'argument de la différence de comportement proposée par Mumford (1998, 119). Mumford présente l'argument de cette façon :

1. Un test F est mené sous l'ensemble de conditions d'arrière-plan C_i . Ce test F vise à déterminer si une entité quelconque réagit de la manière G à ce test. Par exemple, imaginons un test consistant à tremper différentes entités dans l'eau de manière à déterminer si ces entités se dissolvent dans l'eau. La réaction G, dans ce test, est donc la dissolution d'une entité dans l'eau.

Il existe au moins une entité x et une entité y pour lesquelles la réaction G est vraie de x et fausse de y , c'est-à-dire qu'il existe au moins un x tel que x se dissout dans l'eau et un y tel que y ne se dissout pas dans l'eau. Il y a ainsi une différence de comportement entre x et y .

2. Cette différence de comportement entre x et y est mieux expliquée par la possession par x (ou y) d'une propriété P causalement pertinente (ou un complexe de propriétés) qui n'est pas possédée par y (ou x).
3. Cette propriété P peut être décrite d'une manière qui spécifie les effets de P dans les conditions C_i . Les propriétés décrites d'une manière qui spécifie les effets de ces conditions sous certaines conditions sont des dispositions d'après la définition proposée par Mumford.

Conclusion : P est une disposition et les dispositions sont des propriétés causalement pertinentes.

Les prémisses (1) et (2) de cet argument font généralement consensus. C'est donc la prémisse (3) qu'il faut analyser ici. Chakravartty (2017a) souligne à ce sujet que cette proposition peut forcer les anti-réalistes des dispositions à accepter l'utilisation du vocabulaire dispositionnel dans les théories scientifiques ; on n'est cependant pas forcé d'en conclure que les dispositions existent (cf. Mackie, 1973 pour un argumentaire semblable). Mumford présuppose ainsi qu'accepter la prémisse (3) implique de reconnaître l'existence des dispositions, ce qui est rejeté par Chakravartty.

Le second argument que je présente en faveur de l'existence des dispositions est l'argument des conditions d'identité d'une propriété proposé par Chakravartty (2017a, 33-34). Chakravartty soutient que les dispositions existent et qu'elles sont différentes des propriétés catégoriques. Selon Chakravartty, l'identité d'une propriété catégorique dans le discours scientifique, par exemple la charge électrique, est déterminée par les dispositions que cette propriété confère aux entités qui la portent. Il nomme cette thèse « l'essentialisme dispositionnel ». L'essentialisme dispositionnel présuppose selon Chakravartty que les lois de la nature sont métaphysiquement nécessaires. En effet, si quelqu'un imagine de nouvelles lois, alors, selon l'essentialisme dispositionnel, ces lois différentes ne font pas intervenir les mêmes propriétés que les lois de la nature actuellement connues. Ainsi, pour une propriété donnée, l'essentialisme dispositionnel présuppose que cette propriété intervient dans les mêmes lois de la nature dans tous les mondes possibles. Conséquemment, les dispositions que des entités ont en vertu d'une propriété catégorique qu'elles portent, par exemple les dispositions qu'a un électron en vertu de sa

charge électrique négative, sont les mêmes dans tous les mondes possibles.

Chakravartty nomme l'ensemble des dispositions que des entités ont en vertu d'une propriété catégorique portée par ces entités le « profil nomique » de cette propriété catégorique. Un électron, par exemple, a une charge électrique négative. Cette propriété catégorique confère à cet électron au moins deux dispositions : la disposition à attirer une charge électrique positive et la disposition à repousser une charge électrique négative. Si ces deux dispositions font partie des conditions d'identité de la charge électrique négative de l'électron, alors la charge électrique négative de l'électron doit avoir ces deux dispositions dans tous les mondes possibles. D'après Chakravartty, les dispositions sont ainsi des conditions d'identité des propriétés catégoriques et les références aux dispositions sont utiles dans le discours scientifique. On devrait donc admettre leur existence selon Chakravartty.

L'argument de Chakravartty est fondé sur une forme de réalisme scientifique qui dicte que le contenu des théories scientifiques doit être interprété littéralement (Chakravartty, 2017b, 5). Puisqu'il y a un manifestement des références aux dispositions dans le discours scientifique, il faut, selon cette forme de réalisme scientifique, admettre l'existence des dispositions. La force de l'argument de Chakravartty, par rapport à d'autres arguments en faveur du réalisme des dispositions fondés sur le réalisme scientifique, est de préciser le rôle que jouent les dispositions dans le discours scientifique : les dispositions font partie des conditions d'identité des propriétés catégoriques.

Ceux qui rejettent malgré tout le réalisme des dispositions peuvent néanmoins se rabattre sur la méthode réaliste : même si les dispositions n'existent pas, nous allons construire une ontologie comme si elles existent puisque le discours scientifique semble faire référence à des dispositions, comme la disposition d'une charge électrique à attirer d'autres charges électriques de signe contraire et à repousser d'autres charges électriques de même signe. L'argument de Chakravartty a d'ailleurs des airs pragmatiques. Chakravartty (2017a, 34) estime en effet que le débat sur le réalisme des dispositions ne peut pas être tranché en métaphysique. Je partage l'avis de Chakravartty : de nombreux arguments pour et contre l'existence des dispositions ont été proposés, mais il s'avère difficile de trancher le débat entre ces deux camps en raison des présuppositions différentes adoptées dans chacun de ces arguments. À cette fin, il faudrait clarifier, notamment, les critères pour l'existence d'une entité en sciences et la notion d'explication scientifique.

3.2 Les dispositions : deux modèles

Supposons que nous disions qu'une entité est disposée à produire certains effets sous certaines conditions. Pour les réalistes des dispositions, comme nous l'avons vu à la section précédente, ceci signifie que cette entité porte une propriété que nous appelons une « disposition ». Pour les anti-réalistes des dispositions, ceci signifie simplement que nous décrivons comment cette entité se comporte sous certaines conditions. À la section précédente, j'ai présenté les arguments des réalistes et des anti-réalistes des dispositions. Au final, le débat entre réalisme et anti-réalisme des dispositions est difficile à trancher en métaphysique. Il s'avère toutefois utile, étant donné les références aux dispositions dans certains domaines scientifiques, de représenter le discours scientifique en faisant comme si les dispositions existent, c'est-à-dire de faire comme si le réalisme des dispositions est vrai, à la manière de la méthode réaliste.

Comment doit-on alors concevoir les dispositions ? Pour les réalistes des dispositions, une disposition est une propriété que l'on appelle également « pouvoir causal » ou « pouvoir latent » (cf. McKittrick, 2010 ; Guzzini, 2017). D'après le réalisme des dispositions, le fait qu'une entité porte une disposition particulière sert à expliquer certains phénomènes dans lesquels cette entité est impliquée. Par exemple, ce verre est fragile. Selon le réalisme des dispositions, ce verre porte donc une propriété qui est la fragilité de ce verre. Puisque ce verre a la propriété d'être fragile, ce verre se brisera s'il subit un choc. Ceci est ce qui fait consensus pour les réalistes des dispositions.

Plusieurs théories réalistes des dispositions sont proposées dans la littérature. Je ne m'attellerai pas à présenter chacune de ces théories ici. Je présenterai plutôt deux modèles généraux proposées pour représenter les dispositions : le modèle stimulus-manifestation et le modèle des manifestations mutuelles. Puisque ces deux modèles sont suffisamment généraux, la majorité des théories réalistes des dispositions sont élaborées d'après l'un ou l'autre de ces modèles. Ainsi, en faisant l'analyse critique de ces deux modèles, nous aurons déjà une idée claire des bases théoriques sur lesquelles devrait être construite une théorie réaliste des dispositions.

Imaginons, par exemple, qu'un cube de sucre soit mis dans un verre d'eau. Ce cube de sucre se dissout alors. La dissolution du sucre dans l'eau est ce que nous appelons de manière générale la « manifestation » de la disposition du cube de sucre à se dissoudre dans l'eau. D'après le modèle

stimulus-manifestation, cette manifestation est causée, au moins en partie, par un autre processus que nous appelons le « stimulus » de la disposition du cube de sucre à se dissoudre dans l'eau. Ceci correspond au schéma causal généralement adopté en sciences dans lequel l'occurrence d'un premier événement, la cause, entraîne l'occurrence d'un second événement, l'effet (Martin, 2008, 48). Ce modèle a été initialement défendu par Mumford (1998). Il s'agit également du modèle adopté dans BFO, à la simple différence que le stimulus d'une disposition y est appelé le « déclencheur » de cette disposition et la manifestation d'une disposition y est appelée la « réalisation » de cette disposition (Röhl et Jansen, 2010 ; Arp, Smith et Spear, 2015 ; Barton, Grenier, Jansen et Éthier, 2018).

D'après le modèle des manifestations mutuelles, la manifestation d'une disposition est en fait une réunion de plusieurs dispositions (Anjum et Mumford, 2017). Le modèle des manifestations mutuelles a d'abord été proposé par Martin (2008). D'après Martin (2008, 51), la réunion de plusieurs dispositions ne cause pas la manifestation : la réunion de plusieurs dispositions et la manifestation de ces dispositions sont le même événement. La réunion de plusieurs dispositions est ainsi un processus dans le modèle des manifestations mutuelles. Il y a ainsi une différence importante entre le modèle stimulus-manifestation et le modèle des manifestations mutuelles : le second ne fait pas du tout appel à la notion de « stimulus », du moins au sens où le modèle stimulus-manifestation l'entend.

Le débat entre ces deux modèles est important pour le réalisme des dispositions. En effet, dans le modèle stimulus-manifestation, le type de stimulus et le type de manifestation d'une disposition font typiquement partie des conditions d'identité d'une disposition (cf. Mumford, 1998, 198 ; Barton, Grenier, Jansen et Éthier, 2018). Puisque les dispositions n'ont pas de processus qui les stimulent dans le modèle des manifestations mutuelles, les conditions d'identité d'une disposition n'y sont pas les mêmes que dans le modèle stimulus-manifestation. L'analyse de ces deux modèles permet donc d'informer le réalisme des dispositions concernant les conditions d'identité des dispositions.

3.2.1 Le modèle stimulus-manifestation

Le modèle stimulus-manifestation est fondé sur l'idée qu'une disposition est caractérisée par un stimulus S qui entraîne la manifestation M de cette disposition. Par exemple, la fragilité d'un verre est une disposition à se briser (la manifestation de la fragilité) suite à un choc (le stimulus de la fragilité). Typiquement, le couple stimulus-manifestation qui caractérise une disposition est spécifié à l'aide d'un

énoncé conditionnel, par exemple dans la définition proposée par Bird (2007, 44) :

- (CA) : $(D_{(S, M)} x \equiv Sx \supset Mx)$, où $D_{(S, M)} x$ symbolise l'énoncé « x est disposé à manifester M en réponse au stimulus S », x est une entité disposée à manifester M, S et M sont des processus, et « $Sx \supset Mx$ » est un énoncé conditionnel indiquant que si le processus S survient et que x participe à S, alors le processus M surviendra et x participera à M.

On peut ajouter deux éléments à (CA). D'abord, l'énoncé doit être quantifié universellement : pour tout x, un x qui est $D_{(S, M)}$ est disposé à manifester M en réponse au stimulus S. Ensuite, la lecture réaliste de $D_{(S, M)}$ est que x a la disposition D à manifester M en réponse au stimulus S : x est donc ici une entité qui porte la disposition D.

Il y a cependant des situations dans lesquelles il semble qu'une disposition soit stimulée mais qu'elle ne se manifeste pas. Autrement dit, il y a des cas dans lesquels Sx et $\neg Mx$, ce qui contredit (CA). Les dispositions qui ne se manifestent pas toujours lorsqu'elles sont déclenchées s'appellent des « tendances » (Choi et Fara, 2018). Par exemple, si je frotte une allumette, il est possible que cette allumette ne s'enflamme pas. L'inflammabilité de l'allumette, dans cet exemple, a semble-t-il été stimulée, mais elle ne n'est pas manifestée. Si l'on admet que les tendances existent, il faut ajouter à l'énoncé conditionnel (CA) que si une disposition est stimulée, alors il est possible et non nécessaire que cette disposition se manifeste.

Les tendances s'opposent aux dispositions à manifestation garantie (*surefire dispositions*), c'est-à-dire des dispositions qui se manifeste toujours lorsqu'elles sont déclenchées (Jansen, 2007 ; Choi et Fara, 2018). Cette distinction est cependant discutable selon moi. J'explique pourquoi en distinguant deux thèses qui correspondent à deux interprétations possibles du modèle stimulus-manifestation : le déterminisme dispositionnel et l'indéterminisme dispositionnel.

Prenons une disposition comme la fragilité. La fragilité peut être définie comme la disposition d'une entité à se briser lorsqu'elle subit un choc. Cette spécification est cependant vague. En effet, la manifestation de cette disposition, c'est-à-dire le bris de l'entité qui porte cette disposition, peut prendre des degrés variables. Revenons à l'exemple du verre. Un verre est brisé s'il éclate en morceaux, mais

aussi s'il lui manque simplement une partie. De la même manière, le stimulus de cette disposition est vague. Qu'entendons-nous par « choc » ? Doit-on, par exemple, définir le choc en termes d'une pression exercée sur l'entité ? Supposons qu'un choc soit effectivement une pression exercée sur l'entité qui est fragile. Est-ce que n'importe quelle pression appliquée sur un verre est un stimulus de la fragilité de ce verre ? Par exemple, si quelqu'un prend le verre dans ses mains pour boire de l'eau, est-ce que la fragilité de ce verre est stimulée ? Si ce verre est simplement posé sur une table, est-ce que la fragilité de ce verre est stimulée ? Est-ce qu'il y aurait alors des circonstances dans lesquelles la fragilité de ce verre n'est pas stimulée ?

Il faut donc préciser ce qu'est un stimulus et sous quelles circonstances une disposition est stimulée dans le modèle stimulus-manifestation. Il a été proposé que le stimulus d'une disposition à manifestation garantie est un processus qui a comme partie un stimulus minimal (*minimal trigger*) de cette disposition (Barton, Grenier, Jansen et Éthier, 2018). Un stimulus minimal d'une disposition à manifestation garantie est défini comme un processus tel que l'interaction de ce processus avec la base causale de cette disposition est suffisant pour entraîner la manifestation de cette disposition. Cette définition doit être amendée pour tenir compte des tendances ou une autre définition de « stimulus minimal » doit être élaborée dans le cas des tendances.

Une première interprétation du modèle stimulus-manifestation consiste à défendre l'idée qu'il n'existe que des dispositions à manifestation garantie. J'appelle cette première interprétation le « déterminisme dispositionnel ». D'après le déterminisme dispositionnel, une disposition se manifeste toujours lorsqu'elle est stimulée. Autrement dit, toutes les dispositions sont des dispositions à manifestation garantie d'après le déterminisme dispositionnel. Ce que nous appelons des « tendances », selon le déterminisme dispositionnel, est simplement le reflet de notre ignorance des conditions sous lesquelles certaines dispositions se manifestent. Autrement dit, il n'existe pas de tendances indépendamment des agents dans ce cadre.

Une probabilité de manifestation peut être assignée à une tendance⁵. On peut distinguer deux interprétations générales des probabilités : les probabilités objectives et les probabilités subjectives

5 Plus précisément, une probabilité de manifestation peut être associée à un triplet $\langle Stimulus_d, \mathbf{disposition}, Manifestation_d \rangle$ afin de tenir compte des cas où une disposition a plusieurs types de stimulus et plusieurs types de manifestation possible (Barton, Burgun et Duvauferrier, 2012).

(Hájek, 2012). Plusieurs interprétations plus spécifiques des probabilités objectives sont également proposées. Les quatre principales sont les probabilités classiques, les probabilités comme fréquences, les probabilités logiques et les probabilités comme propensions (Haigh, 2012). Je reviendrai à ces conceptions plus loin. Le concept important, dans le cas du déterminisme dispositionnel, est celui de « probabilité subjective ». Une probabilité subjective est un degré de croyance d'un agent à l'égard d'une proposition. Par exemple, si je regarde le ciel et que j'estime qu'il y a 70% des chances qu'il pleuve demain, alors mon degré de croyance à l'égard de la proposition « Il va pleuvoir demain » est de 0,7. En effet, la valeur d'une probabilité est située dans l'intervalle continu $[0, 1]$. D'autres axiomes classiques de la théorie des probabilités peuvent également être précisés ici (Kolmogorov, 1933 ; Hájek, 2012, 3) :

- L'axiome de non-négativité : pour un ensemble E de possibilités A_i , la probabilité d'occurrence d'un membre de E est plus grande ou égale à 0.
- L'axiome de normalisation : pour un ensemble total Ω de possibilités, la probabilité qu'au moins un des membres de Ω surviendra est égale à 1.
- L'axiome d'additivité finie : si deux possibilités A et B sont mutuellement exclusives, alors la probabilité que A ou B survienne est égale à l'addition de la probabilité que A survienne et de la probabilité que B survienne.

Ramsey (1931, 169) lie les degrés de croyances à l'action en indiquant qu'un degré de croyance est une propriété causale qui détermine la tendance d'un agent à poser une action donnée sur la base de ce degré de croyance. Autrement dit, un degré de croyance à l'égard d'une proposition indique le pari qu'un agent est prêt à prendre concernant la valeur de vérité de cette proposition. Les degrés de croyance ont d'ailleurs été formalisés comme des coefficients de pari par De Finetti (1937).

Tel qu'indiqué plus haut, une référence à une tendance est un reflet de notre ignorance à l'égard des conditions sous lesquelles une disposition se manifeste selon le déterminisme dispositionnel. Une probabilité associée à une disposition est donc une probabilité subjective d'après le déterminisme dispositionnel. Cette probabilité exprime à quel point un agent est confiant qu'une disposition se manifesterait si elle est stimulée sous un ensemble donné de conditions.

La formulation proposée pour le déterminisme dispositionnel indique que les conditions sous lesquelles une disposition se manifeste lorsqu'elle est déclenchée doivent être spécifiées. Ainsi, en plus du stimulus, il faut spécifier d'autres conditions dans l'énoncé conditionnel décrivant l'attribution d'une disposition (Bird, 2007, 36) :

- $(CA+) D_{(S,M)} x \equiv (Sx \wedge Cx) \supset Mx$, où Cx sont des conditions à spécifier.

Ici également, l'énoncé $(CA+)$ doit être quantifié universellement et x est une entité qui porte la disposition D à manifester M suite à un processus S auquel x participe.

Il y a plusieurs propositions dans la littérature sur les dispositions concernant le type de conditions devant être spécifiées dans une attribution de disposition :

1. Les conditions de non-manifestation et de non-existence d'une disposition : ces conditions sont telles qu'elles entraînent soit l'impossibilité qu'une disposition se manifeste lorsqu'elle est stimulée, soit la disparition d'une disposition (cf. Mumford, 1998, 86).
2. Les conditions idéales, proposées par Mumford (1998, 87-91).
3. Les conditions d'arrière-plan, introduites par Röhl et Jansen (2010), et les conditions existentielles (Barton, Rovetto et Mizoguchi, 2014) : une condition d'arrière-plan est une condition nécessaire pour la possibilité de manifestation d'une disposition et une condition existentielle est une condition nécessaire à l'existence d'une disposition⁶. Cependant, les conditions existentielles n'apparaîtront typiquement pas dans un énoncé de la forme $(CA+)$ puisqu'il s'agit de conditions nécessaires pour l'existence de la disposition et non de conditions nécessaires pour sa manifestation.

Puisque le déterminisme dispositionnel suppose qu'une disposition se manifeste toujours lorsqu'elle est déclenchée, des conditions de non-manifestation d'une disposition ne peuvent pas être spécifiées d'après le déterminisme dispositionnel. En effet, d'après le déterminisme dispositionnel, si nous croyons qu'une entité porte une disposition et qu'elle n'a pas été manifestée alors qu'elle semble avoir été

⁶ On peut souligner ici que les conditions de non-manifestation et les conditions de non-existence d'une disposition sont des conditions suffisantes pour la possibilité de manifestation et la non-existence de cette disposition. Les conditions d'arrière-plan et les conditions existentielles, tel qu'indiqué, sont plutôt des conditions nécessaires pour la possibilité de manifestation et l'existence de cette disposition.

stimulée, c'est en fait que cette entité n'a pas la disposition en question ou qu'elle n'a pas réellement été stimulée. Des conditions de non-existence d'une disposition peuvent toutefois être spécifiées d'après le déterminisme dispositionnel.

Les conditions idéales, telles qu'elles sont définies par Mumford (1998, 88), sont des conditions environnantes sous lesquelles une disposition existe et il est garanti qu'elle sera manifestée lorsqu'elle est déclenchée. Puisqu'une disposition donnée n'existe que sous certaines conditions idéales et que ces conditions garantissent que cette disposition sera manifestée lorsqu'elle est déclenchée, elles correspondent au type de conditions devant être spécifiées dans le cadre du déterminisme dispositionnel. Mumford (1998, 89) estime que la spécification de ces conditions n'entraînent pas un problème de trivialité de l'énoncé conditionnel car ces conditions sont déterminées relativement à un contexte d'attribution. Par exemple, supposons qu'un matériau a une propriété P sous certaines conditions. La réunion de ces conditions constituent le contexte d'attribution C0. Le contexte C0 n'est pas un contexte habituel : il s'agit, par exemple, de conditions générées artificiellement en laboratoire. Ce matériau n'a pas la propriété P s'il ne se trouve pas dans le contexte C0.

Barton, Rovetto et Mizoguchi (2014) utilisent l'exemple de l'allumette pour illustrer la distinction entre condition d'arrière-plan et condition existentielle. Considérons la disposition \mathbf{d}_0 d'une allumette à s'enflammer lorsqu'elle est frottée *en présence d'oxygène*. En effet, une condition pour que l'inflammabilité d'une allumette se manifeste lorsqu'elle est stimulée est la présence d'un comburant comme l'oxygène. La disposition \mathbf{d}_0 portée par l'allumette existe peu importe l'environnement dans lequel l'allumette se trouve. Cependant, \mathbf{d}_0 peut seulement se manifester dans un environnement où il y a de l'oxygène.

Barton, Rovetto et Mizoguchi (2014) définissent une deuxième disposition, \mathbf{d}_0' , qui est la disposition de l'allumette à s'enflammer *tout court*. L'existence de \mathbf{d}_0' dépend de la présence d'un comburant dans l'environnement immédiat de l'allumette. S'il n'y en a pas, \mathbf{d}_0' n'existe pas puisque l'allumette ne peut pas s'enflammer si elle est frottée. La présence d'un comburant comme l'oxygène est donc une condition existentielle pour \mathbf{d}_0' .

La distinction entre conditions d'arrière-plan et conditions existentielles est intéressante, mais

l'existence de conditions d'arrière-plan est incompatible avec le déterminisme dispositionnel. En effet, une disposition qui a des conditions d'arrière-plan peut être stimulée sans pour autant se manifester. Cette possibilité est rejetée par le déterminisme dispositionnel. De plus, un stimulus est un processus, mais le statut ontologique des conditions d'arrière-plan n'a pas encore été clarifié. Finalement, le recours aux conditions d'arrière-plan et aux conditions existentielles conduit à postuler l'existence de dispositions auxquelles nous ne référons typiquement pas dans nos discours. Par exemple, nous parlons de la propriété d'une allumette d'être inflammable (\mathbf{d}_0'), mais nous ne parlons typiquement pas de la propriété d'une allumette d'être inflammable en présence d'oxygène (\mathbf{d}_0).

Par principe d'économie, on pourrait s'inquiéter des conclusions que l'on peut tirer de cette proposition. Par exemple, doit-on dire que l'allumette a la propriété d'être inflammable en présence d'un comburant et la propriété d'être inflammable en présence d'oxygène ? Que l'allumette puisse s'enflammer en présence d'oxygène n'est-il qu'une conséquence du fait que l'allumette a la propriété d'être inflammable en présence d'un comburant ? En l'absence de critères clairs pour déterminer quelles sont les véritables propriétés de l'allumette, il semble y avoir une infinité de dispositions que l'on pourrait lui attribuer. Une théorie méréologique des dispositions a été proposée récemment afin de répondre, du moins en partie, à ces questions (Barton, Jansen et Éthier, 2018).

À l'inverse du déterminisme dispositionnel, on pourrait supposer que les tendances existent bel et bien indépendamment des croyances des agents. J'appelle cette thèse « indéterminisme dispositionnel ». Rappelons deux idées centrales du déterminisme dispositionnel pour les contraster avec l'indéterminisme dispositionnel :

- 1a. Il n'existe que des dispositions à manifestation garantie, c'est-à-dire que lorsqu'une disposition est stimulée, elle se manifeste toujours.
- 2a. Pour une disposition donnée, une probabilité de manifestation suite à un processus que nous croyons être un stimulus de cette disposition, que nous notons $P(M_D | S_D)$, est une probabilité subjective.

L'indéterminisme dispositionnel défend deux points différents :

1b. Il existe des tendances, c'est-à-dire des dispositions qui peuvent être stimulées sans se manifester.

2b. Dans certains cas, une tendance a une probabilité objective qui lui est associée.

Il faut préciser deux choses relativement au point (2b). D'abord, même si une probabilité objective de manifestation suite à un stimulus est associée à certaines tendances, il est tout de même possible d'assigner des probabilités subjectives à une disposition dans le cadre de l'indéterminisme dispositionnel. Ces probabilités subjectives seront des évaluations par des agents de la valeur de la probabilité objective associée à cette disposition. Ensuite, il n'est pas toujours possible d'assigner une probabilité à une tendance, par exemple dans le cas des forces newtoniennes (cf. Barton, Rovetto et Mizoguchi, 2014).

Concernant le point (2b), plusieurs conceptions des probabilités objectives ont été mentionnées précédemment : les probabilités classiques, les probabilités comme fréquences, les probabilités logiques et les probabilités comme propensions. Parmi ces conceptions, la plus prometteuse dans le cas des dispositions est *prima facie* la conception des probabilités comme propensions de Popper. Les propensions, selon Popper (1959 ; 1990, 12), sont des tendances physiques objectives des systèmes et des entités auxquelles on peut assigner une probabilité. Nous voyons ainsi bien le rapport entre les propensions telles qu'elles sont conçues par Popper et les dispositions telles qu'elles sont généralement conçues dans le cadre du réalisme dispositionnel.

Popper (1990, 9-10) reprend l'exemple classique du dé à six faces pour expliquer la pertinence de la conception des probabilités comme propensions. Imaginons un premier dé à six faces parfaitement équilibré. Classiquement, nous disons que la probabilité que ce dé tombe sur l'une ou l'autre de ses faces suite à un lancer est de $1/6$ puisqu'il y a six possibilités égales. Cette probabilité indique que si nous lançons ce dé un très grand nombre de fois, la fréquence d'occurrence de chacun des événements possibles devraient être de $1/6$.

À présent, imaginons un deuxième dé à six faces qui n'est pas parfaitement équilibrée. Il y a alors toujours six possibilités, mais ces possibilités ne sont plus égales : ce deuxième dé est davantage susceptible de tomber sur l'une de ses faces que sur les autres. Autrement dit, ce deuxième dé a une

tendance physique plus élevée à tomber sur l'une de ses faces que sur les autres. Supposons que la probabilité que ce deuxième dé tombe sur la face dont le numéro est « 1 » suite à un lancer soit de $2/7$ et que les probabilités qu'il tombe sur l'une ou l'autre des autres faces suite à un lancer soit du $1/7$ pour chacune de ces faces. La fréquence d'occurrence de l'événement « 1 », dans une longue série de lancers, serait alors en principe de $2/7$. Selon Popper (1990, 11-12), ce sont les propensions du dé à tomber sur ses différentes faces qui expliquent les fréquences d'occurrence des différents événements.

L'exemple du dé à six faces n'est toutefois pas complètement fidèle à la position de Popper. En effet, selon Popper (1990, 14), la propension d'un événement à survenir n'est pas une propriété d'un objet, mais une propriété d'un système. Par exemple, imaginons une pièce de monnaie que nous utilisons pour tirer à pile ou face. Typiquement, nous supposons que la probabilité que cette pièce de monnaie tombe sur pile est de 0,5. Cependant, Popper souligne que cette probabilité peut varier si nous changeons, par exemple, la configuration de la surface sur laquelle la pièce tombe. Ainsi, la probabilité de l'événement « La pièce de monnaie tombe sur pile » peut être différente de 0,5 en vertu de propriétés d'entités existant indépendamment de cette pièce de monnaie.

Si l'on admet à la fois l'indéterminisme dispositionnel et la conception de Popper des propensions, on s'engage minimalement à défendre l'idée qu'une disposition portée par une entité peut être une disposition à manifestation garantie dans certains contextes et une tendance dans d'autres contextes. En effet, les caractéristiques d'un système pourraient par exemple être modifiées de manière à ce que la probabilité de manifestation d'une disposition suite à un stimulus soit égale à 1. La propension de ce système, dans ces conditions, est donc une disposition à manifestation garantie. Ces conditions pourraient cependant être modifiées de manière à ce que la probabilité de manifestation de cette disposition soit inférieure à 1. Sous ces nouvelles conditions, la propension de ce système est une tendance. Je m'en tiendrai ici au cas des tendances auxquelles on peut associer une probabilité objective.

Selon Popper (1990, 19), la conception des probabilités comme propensions est utile pour expliquer l'indétermination en physique quantique. Elle soulève cependant un certain nombre de questions relatives à l'ontologie des propensions. D'abord, quelles sont les conditions d'identité d'une propension ? Une propension, au sens de Popper, est une tendance physique objective d'un système à

laquelle on peut assigner une probabilité. Pour une propension donnée, est-ce que le système qui porte cette propension et la probabilité de manifestation de cette propension font partie des conditions d'identité de cette propension ?

Si le système qui porte une propension fait partie des conditions d'identité de cette propension, il faut clarifier la notion de « système ». Autrement dit, comment circonscrit-on un système ? Supposons un système physique S1 portant la propension P1. Le système S1 fait partie d'un système physique plus général S2. La propension P1 est donc également portée par S2. Tous les systèmes physiques font ultimement partie de l'Univers dans son ensemble. Tel que Popper le conclut, le système qui porte toutes les propensions est donc l'Univers dans son ensemble. Ceci est cohérent mais n'est pas un critère éclairant par soi-même pour distinguer les propensions les unes des autres. En effet, toutes les propensions ont alors le même porteur, c'est-à-dire l'Univers dans son ensemble. Il n'est toutefois pas nécessaire de supposer que le porteur d'une propension fait partie des conditions d'identité de cette propension.

Si la probabilité de manifestation d'une propension fait partie des conditions d'identité de cette propension, il faut clarifier le statut ontologique de cette probabilité de manifestation. Popper (1990, 13) indique qu'une probabilité mathématique est une mesure qui prend une valeur numérique entre 0 et 1. Plusieurs interprétations de la notion de « mesure » sont toutefois possibles. Le terme « mesure » peut par exemple référer à l'action de mesurer, qui est un processus réalisé par un agent, ou à la valeur relevée suite à un tel processus, comme dans l'énoncé « La longueur de cette table mesure 1 mètre ». Ainsi, une mesure peut être une entité mathématique. Si une probabilité de manifestation est une entité mathématique, est-ce que cette probabilité est, par exemple, une fonction qui prend ses valeurs dans l'intervalle continu $[0, 1]$ ou une valeur dans cet intervalle ?

Je ne traiterai pas davantage de ces problèmes ici. L'objectif des dernières pages était d'analyser la distinction entre dispositions à manifestation garantie et tendances. En effet, nous avons vu que cette distinction est interprétée de manières différentes par le déterminisme dispositionnel, selon lequel il n'existe que des dispositions à manifestation garantie, par l'indéterminisme dispositionnel, selon lequel les dispositions à manifestation garantie n'existent que relativement à la configuration d'un système physique. Je passe à présent à la présentation du modèle des manifestations mutuelles. Je discuterai

ensuite, dans la conclusion de ce chapitre, du modèle qui m'apparaît le plus adéquat pour représenter les dispositions, entre le modèle stimulus-manifestation d'après l'interprétation du déterminisme dispositionnel, le modèle stimulus-manifestation d'après l'interprétation de l'indéterminisme dispositionnel ou le modèle des manifestations mutuelles.

3.2.2 *Le modèle des manifestations mutuelles*

Je présente à présent le modèle des manifestations mutuelles, élaboré principalement par Martin (2008). Anjum et Mumford (2017) ont recommandé récemment son adoption, mais ils lui ont tout de même adressé des critiques. Tel qu'indiqué plus haut, le modèle des manifestations mutuelles rejette l'idée que les dispositions sont des pouvoirs en attente d'être stimulés. Anjum et Mumford (2017, 77) estiment en effet qu'une disposition est un *pouvoir* porté par une entité et que le réalisme des dispositions suppose donc que les dispositions sont en exercice (*powerful*) et active plutôt qu'inerte et passive. Autrement dit, les dispositions, selon Anjum et Mumford, ne sont pas des entités impuissantes par elles-mêmes qui attendent passivement d'être mises en action. Le modèle des manifestations mutuelles est donc fondé sur l'idée que ce sont les dispositions qui mettent les autres entités en action dans un processus causal : ce sont les dispositions qui sont des stimulus dans ce modèle (Anjum et Mumford, 2017, 78). Le terme « stimulus » ne doit cependant ici être compris au sens adopté dans le modèle stimulus-manifestation. En effet, une disposition n'est pas un processus.

Dans le modèle des manifestations mutuelles, la manifestation d'une disposition se produit par la réunion de plusieurs dispositions. Par exemple, la dissolution d'un cube de sucre c_0 dans l'eau se manifeste lorsque la disposition de c_0 à se dissoudre dans l'eau et de la disposition de l'eau à dissoudre le sucre sont réunies. Cette réunion de dispositions est un processus identique à la dissolution de c_0 dans l'eau. Ainsi, la réunion de plusieurs dispositions et la manifestation de ces dispositions sont le même processus dans le modèle de Martin (2008).

Dans le modèle proposé par Martin (2008, 29), une disposition est située dans un réseau de dispositions (*power net*). Une disposition a des partenaires dispositionnels (*disposition partners*). Grossièrement, un partenaire dispositionnel d'une disposition d est une disposition d' qui entraîne une manifestation conjointement avec d lorsqu'elles sont réunies dans un même réseau de dispositions. D'autres dispositions situées dans ce réseau de dispositions peuvent cependant empêcher que cette manifestation

surviene au moment de la réunion de \mathbf{d} et \mathbf{d}' . La présence de partenaires dispositionnels dans un même réseau de dispositions ne garantit donc pas que la manifestation attendue se produira. Également, pour une manifestation donnée, la réunion de plus de deux dispositions peut être nécessaire pour que cette manifestation survienne. Un ensemble de partenaires dispositionnels n'est donc pas nécessairement une paire de partenaires dispositionnels.

Martin (2008, 51) propose l'exemple suivant pour illustrer son idée. Imaginons deux triangles en papier qui, lorsqu'ils sont placés l'un à côté de l'autre de la bonne manière, forment un carré. Il y a ainsi deux dispositions partenaires dans cet exemple : la disposition du premier triangle à former un carré avec le second triangle et la disposition du second triangle à former un carré avec le premier triangle. D'après Martin, la réunion des deux triangles ne cause pas la manifestation de ces dispositions : la réunion des deux triangles est la manifestation de ces deux dispositions.

Les partenaires dispositionnels sont similaires aux dispositions complémentaires, une entité introduite dans les ontologies appliquées du domaine biomédical par Goldfain, Smith et Cowell (2010) dans le cadre de l'ontologie des maladies infectieuses. Goldfain, Smith et Cowell proposent l'exemple d'une clé et de la serrure qu'une clé de cette forme sert à débarrer. Cette clé \mathbf{c}_0 a une disposition \mathbf{d}_0 à débarrer cette serrure \mathbf{s}_0 et \mathbf{s}_0 a une disposition \mathbf{d}_1 à être débarrée par \mathbf{c}_0 . La manifestation de ces deux dispositions est le même processus, à savoir \mathbf{c}_0 débarrant \mathbf{s}_0 . Ainsi, \mathbf{d}_0 et \mathbf{d}_1 se manifestent lorsqu'elles sont réunies. Goldfain, Smith et Cowell appellent une paire de dispositions se manifestant par un même processus des « dispositions complémentaires ». Toyoshima et Barton (2019), dans le cadre d'une formalisation des dispositions complémentaires, ajoutent à ce sujet que deux dispositions complémentaires ont la même classe de stimulus et que les porteurs de dispositions complémentaires n'ont aucune partie commune. Il faut souligner ici que même si les dispositions complémentaires sont similaires aux partenaires dispositionnels, le modèle stimulus-manifestation peut être utilisé pour représenter les dispositions complémentaires. Introduire les dispositions complémentaires dans une ontologie n'implique donc pas d'adopter le modèle des manifestations mutuelles.

Concernant le modèle de Martin, Anjum et Mumford soutiennent que le modèle de Martin ne permet pas d'expliquer la causalité. Or, ils soulignent que les dispositions sont des pouvoirs causaux : le recours aux dispositions dans un modèle devrait par conséquent servir à expliquer la causalité (Anjum

et Mumford, 2017, 80). Selon eux, l'exemple des triangles suggère que le modèle de Martin est fondé sur l'idée qu'une manifestation est une composition méréologique, c'est-à-dire une somme méréologique dans un certain arrangement spatio-temporel, dont les parties sont des dispositions (Anjum et Mumford, 2017, 84). Or, les relations entre différentes dispositions dans un réseau de dispositions sont plus complexes que de simples relations méréologiques selon Anjum et Mumford. Sur cette base, Anjum et Mumford (2017, 81-88) soulèvent quatre problèmes plus spécifiques concernant le recours à l'exemple des triangles comme appui au modèle des manifestations mutuelles de Martin :

1. L'exemple des triangles ne tient pas compte du temps qui peut être nécessaire pour qu'une manifestation soit complétée lorsque des partenaires dispositionnels sont réunis. Ainsi, même si des partenaires dispositionnels sont réunis à un instant donné, la manifestation qui débute au moment de cette réunion peut prendre fin à un instant subséquent. Par exemple, un cube de sucre prend un certain temps à se dissoudre complètement dans l'eau. Le contact de ce cube de sucre avec l'eau et la dissolution de ce cube de sucre dans l'eau débutent donc en même temps, mais le processus de dissolution de ce cube de sucre dans l'eau prend davantage de temps avant d'être complété.
2. D'après Anjum et Mumford, l'exemple des triangles ne tient pas compte des phénomènes d'émergence de nouvelles propriétés. Par exemple, en réunissant du sodium, une substance qui s'enflamme spontanément lorsqu'elle est en contact avec de l'eau, et du chlore, une substance toxique, nous obtenons un sel, une substance relativement inoffensive si nous comparons ses effets à ceux du sodium et du chlore. Ainsi, en réunissant les dispositions du sodium et du chlore, nous n'obtenons pas une substance qui est à la fois explosive et toxique. Les relations méréologiques auxquelles l'exemple des triangles fait appel sont insuffisantes pour expliquer les phénomènes d'émergence de nouvelles propriétés selon Anjum et Mumford.
3. Anjum et Mumford indiquent qu'un système linéaire est un système dans lequel les productions du système (*outputs*) sont proportionnelles aux apports (*inputs*) dans ce système. L'exemple des triangles suggère que le modèle des manifestations mutuelles de Martin est un système linéaire car l'addition est une fonction linéaire. Dans l'exemple des triangles, l'aire du carré produit par la réunion des deux triangles est simplement l'addition des aires de ces deux triangles. Or, de nombreuses interactions causales ne sont pas linéaires. Par exemple, si nous représentons la relation entre l'exposition au Soleil d'un individu et la santé de cet individu, nous réalisons que

cette relation n'est pas linéaire.

4. Les conditions d'identité d'une disposition doivent être précisées dans le modèle des manifestations mutuelles. En effet, une disposition est un pouvoir. En tant que pouvoir, elle rend possible une manifestation. Cependant, si nous reprenons l'exemple du cube de sucre placé dans l'eau, la disposition du cube de sucre à se dissoudre dans l'eau et la disposition de l'eau à dissoudre le sucre ont comme manifestation le même événement : la dissolution de ce cube de sucre dans cette eau lorsqu'ils sont en contact. Il faut donc préciser d'autres critères d'identité pour distinguer ces deux dispositions. Également, supposons qu'une disposition **d** se manifeste d'une certaine façon lorsque réunie avec des partenaires dispositionnels dans un même réseau. Toutefois, en étant réunie avec d'autres partenaires dispositionnels, cette disposition **d** se manifeste d'une autre façon. Doit-on alors préciser toutes les manifestations possibles de **d** pour chacun de ses partenaires dispositionnels ? Une autre solution serait de soutenir qu'une manifestation est une condition d'identité d'un réseau de partenaires dispositionnels, et non d'une disposition individuelle. Quoi qu'il en soit, les conditions d'identité d'une disposition et d'un réseau de partenaires dispositionnels doivent être précisées dans le modèle des manifestations mutuelles.

On peut également souligner que la notion de « réseau de dispositions » doit être clarifiée. Reprenons l'exemple des deux triangles qui peuvent former un carré lorsqu'ils sont réunis. Si ces deux triangles sont posés côte à côte sur une table sans toutefois être placés de manière à former un carré, est-ce que la disposition du premier triangle à former un carré avec le second triangle et la disposition du second triangle à former un carré avec le premier triangle se trouvent dans le même réseau de dispositions ? Est-ce que des partenaires dispositionnels sont situés dans le même réseau de dispositions seulement lorsque leur manifestation caractéristique survient ?

Finalement, Anjum et Mumford (2017) soutiennent que le modèle des manifestations mutuelles est plus adéquat que le modèle stimulus-manifestation car les dispositions y sont conçues comme des pouvoirs actifs plutôt que comme des pouvoirs latents, en attente d'être stimulés. Selon eux, les réalistes des dispositions doivent soutenir que puisqu'une disposition est un pouvoir, alors une disposition n'est pas une entité en attente d'être stimulée. Cependant, ils n'offrent pas un argument très détaillé pour appuyer cette idée et elle repose essentiellement sur un appel à l'intuition. De plus, si nous reprenons l'exemple

des triangles, il n'apparaît pas clairement que la disposition de chacun de ces deux triangles est active lorsqu'ils ne sont pas réunis.

3.3 Conclusions sur l'ontologie des dispositions

Comme nous venons de le voir, plusieurs éléments doivent être précisés dans le modèle des manifestations mutuelles si l'on souhaite l'utiliser comme modèle pour représenter les dispositions. En ontologie appliquée, de nombreux travaux de développement du modèle stimulus-manifestation ont été réalisés (cf. Röhl et Jansen, 2010 ; Arp, Smith et Spear, 2015 ; Barton, Grenier, Jansen et Éthier, 2018). Aucun travail de développement du modèle des manifestations mutuelles n'a été réalisé en ontologie appliquée. Suivant les arguments de Anjum et Mumford (2017), beaucoup de travail de développement théorique du modèle des manifestations mutuelles est également nécessaire en philosophie de manière générale. Pour ces raisons, j'estime que le modèle stimulus-manifestation est actuellement un meilleur outil théorique de représentation des dispositions.

En ce qui a trait au modèle stimulus-manifestation, deux interprétations ont été proposées : le déterminisme dispositionnel et l'indéterminisme dispositionnel. L'indéterminisme dispositionnel semble partager *prima facie* davantage d'affinités avec le concept de « disposition ». En effet, la conception la plus prometteuse de l'indéterminisme dispositionnel repose sur une interprétation des probabilités comme propensions. Or, les propensions, tel que Popper le définit, partage des similarités avec les dispositions, notamment l'idée qu'une propension est propriété physique. L'indéterminisme dispositionnel pose toutefois des difficultés concernant la définition du stimulus d'une tendance. Pour cette raison, je préfère adopter ici le déterminisme dispositionnel. J'adopte donc également une conception subjective des probabilités. Puisque le caractère incertain d'un risque est typiquement quantifié à l'aide d'une probabilité, ceci signifie que la probabilité assignée à un risque reflète notre ignorance à l'égard des conditions dans lesquelles ce risque se manifesterait.

Dans le cadre du déterminisme dispositionnel, l'énoncé conditionnel (CA+) proposé par Bird (2007) pour décrire l'attribution d'une disposition doit être interprété de la manière suivante : si une disposition est stimulée sous les conditions appropriées, cette disposition se manifestera. Si une disposition portée par une entité ne se manifeste pas sous certaines conditions suite à un processus que nous croyons être un stimulus de cette disposition, c'est en fait que ce processus n'est pas un stimulus de cette disposition. En enquêtant sur les conditions en question, nous pouvons déterminer sous quelles conditions cette

manifestation suivra effectivement de ce processus.

Un stimulus d'une disposition est un processus qui a comme partie un stimulus minimal de cette disposition au sens spécifié précédemment (Barton, Grenier, Jansen et Éthier, 2018). D'après le modèle de Barton, Grenier, Jansen et Éthier (2018, 119), une disposition a également une manifestation maximale (seulement lorsqu'elle est réalisée). Par exemple, le bris d'un verre suite à un choc peut avoir différents degrés : un verre peut simplement être fêlé suite à un choc, mais il peut également éclater en morceaux. La manifestation maximale d'une disposition est la somme méréologique de tous les processus causés par l'interaction entre un stimulus minimal et la base causale de cette disposition. Finalement, dans le modèle de Barton, Grenier, Jansen et Éthier, une disposition a une base causale dont l'interaction avec un stimulus minimal entraîne la manifestation maximale de cette disposition. Puisque la manifestation maximale d'une disposition est déterminée en fonction du stimulus minimal de cette disposition, de la base causale de cette disposition et des lois de l'univers, Barton, Grenier, Jansen et Éthier (2018, 124) proposent qu'une disposition **d** est identique à une disposition **d'** si et seulement si **d** et **d'** ont la même base causale et la même classe de stimulus minimaux dans notre univers.

Ceci conclut ma présentation du cadre philosophique que j'adopte pour représenter les dispositions. Ce cadre sera utilisé au cinquième chapitre dans le cadre de la formalisation du risque dans BFO.

Quatrième chapitre : Le caractère indésirable des risques

Le risque a été défini comme une disposition dont la manifestation est indésirable pour un agent. Ayant clarifié ce qu'est une disposition au chapitre précédent, je me tourne à présent vers l'analyse du caractère indésirable d'un risque. Que signifie « manifestation indésirable pour un agent » ? Cette analyse permettra d'expliquer comment la définition du risque proposée tient compte du caractère indésirable du risque, mais aussi d'expliquer comment elle tient compte de la dimension subjective du risque, c'est-à-dire du fait qu'un risque pour un agent est en relation avec certaines des attitudes de cet agent.

4.1 Désirs et attitudes propositionnelles

Puisqu'il est question du caractère indésirable d'une manifestation pour un agent, les désirs de cet agent sont le type d'état subjectif que je vais analyser. En effet, si un agent désire quelque chose, ce qui est désiré par cet agent est probablement désirable pour cet agent. Le désir d'un agent pour quelque chose serait donc une condition suffisante pour que cette chose soit désirable pour cet agent. Ce que signifie l'énoncé « X désire que p », où X est un agent et p est une proposition qui décrit un état de choses, doit cependant être clarifié pour maintenir cette position.

Les désirs sont des entités mentales que l'on retrouve notamment en psychologie. Dans le modèle standard en psychologie, l'action d'un agent est expliquée par les raisons qu'a cet agent d'agir de cette manière ; les raisons en question sont les désirs et les croyances de cet agent (Hausman, 2011, 113). Ce modèle trouve des appuis en philosophie chez Davidson (1963), selon qui la cause d'une action d'un agent est une raison. Dans le modèle standard en psychologie, les désirs et les croyances sont des attitudes propositionnelles. Ainsi, les désirs et les croyances d'un agent sont exprimés par des énoncés tels que « X désire que p » et « X croit que p », où X est cet agent et p est une proposition. L'action q d'un agent, dans ce modèle, est expliquée par la conjonction de son désir que p et la croyance que q est un moyen efficace pour que p se manifeste.

Dans le cas d'un désir, la proposition p décrit un état de choses (Schroeder, 2017, 17). Certains philosophes en concluent que les désirs sont toujours des désirs pour des états de choses. Cependant, les propositions qui expriment le désir d'un agent laissent parfois entendre que c'est un objet plutôt

qu'un état de choses qui est désiré par cet agent, par exemple dans l'énoncé « Nora désire du thé ». La distinction entre objet et état de choses est ici importante. En effet, un état de choses et la représentation d'un état de choses sont des entités plus complexes qu'un objet et la représentation d'un objet. Un objet est une seule entité, tandis qu'un état de choses est un ensemble d'entités liées par différentes relations.

Peut-on désirer des objets ? Considérons l'exemple proposé par Schroeder (2017) : l'énoncé « Nora désire du thé » indique que c'est un objet, du thé, qui est désiré par Nora. Toutefois, on peut supposer que le désir de Nora serait satisfait par un seul de ces quatre états de choses, bien qu'ils soient tous différents⁷ :

- Nora possède du thé mais n'en boit pas prochainement.
- Nora possède du thé mais n'en boit jamais.
- Nora boit du thé prochainement.
- Nora boit du thé un jour.

Pour déterminer quel état de choses satisfait le désir de Nora, le sens de l'énoncé « Nora désire du thé » doit être précisé à l'aide d'un énoncé dans lequel cet état de choses est clairement indiqué. Ceci suggère selon Schroeder qu'un désir est toujours un désir pour un état de choses. Les états de choses, tel qu'indiqué plus haut, sont décrits par les êtres humains à l'aide de propositions. Les animaux non humains ne maîtrisent pas le langage et ne peuvent donc pas décrire les états de choses à l'aide de propositions. Doit-on en conclure que les animaux non humains n'ont pas de désirs ?

La question des désirs des animaux non humains est importante dans la discussion sur le risque. En effet, imaginons par exemple un troupeau de gazelles dans la savane. Ces gazelles, lorsqu'elles sont chassées par des lions, tentent d'échapper à ces lions. Nous dirions alors que les gazelles *désirent* ne pas être attrapées par les lions. Nous dirions même, sur cette base, qu'il est *indésirable* pour les gazelles d'être attrapées par les lions. Nous dirions donc qu'il y a un risque pour les gazelles d'être attrapées par les lions. Cependant, il est discutable qu'il existe un risque pour ces gazelles si elles ne sont pas en mesure d'avoir des désirs, dans la mesure où un agent devrait pouvoir entretenir des désirs à l'égard d'un état de choses pour que cet état de choses soit susceptible d'être désirable ou indésirable pour cet

⁷ Cette liste n'est pas exhaustive puisqu'on peut supposer qu'il y a une infinité d'états de choses susceptibles de satisfaire le désir de l'agent ainsi décrit.

agent.

Si nous observons le comportement d'un animal non humain, il semble que les animaux non humains ont effectivement des désirs. Par exemple, un lézard qui aperçoit une mouche a une représentation perceptuelle de cette mouche et se comporte de manière à l'attraper sur la base de cette représentation (Thagard, 2006). Nous disons même généralement que le lézard désire manger la mouche dans cette situation.

Un premier camp de philosophes, représenté ici par Davidson (1982), estime que nous sommes justifiés de supposer qu'un agent pense (c'est-à-dire qu'un agent a des croyances, des désirs, des intentions, etc.) seulement si nous savons que cet agent maîtrise un langage. Selon Davidson (1982, 322), nous pouvons expliquer le comportement des animaux non humains en leurs attribuant, de notre point de vue, des croyances, des désirs et des intentions, mais il ne faut pas en conclure que les animaux non humains ont véritablement des attitudes propositionnelles. En effet, Davidson affirme qu'il faut maîtriser un langage pour entretenir des attitudes à l'égard de propositions. Il est donc nécessaire selon Davidson de maîtriser le langage pour avoir des désirs et des croyances. Dans la mesure où un agent doit pouvoir entretenir des désirs à l'égard de quelque chose pour que cette chose soit susceptible d'être désirable ou indésirable pour cet agent, il n'existe donc pas de risques pour les animaux non humains si l'on suit la conception de Davidson.

Un second camp, représenté ici par Dennett (1989), estime quant à lui qu'il est suffisant que le comportement d'une entité puisse être prédit de manière fiable en lui attribuant, de notre point de vue, des désirs et des croyances pour conclure que cette entité est en mesure d'avoir des désirs et des croyances. Il nomme cette stratégie de prédiction du comportement d'une entité la « stratégie intentionnelle ». Dennett distingue la stratégie intentionnelle de la stratégie physique, qui consiste à prédire le comportement d'une entité à partir de sa constitution physique, et de la stratégie fonctionnelle (*design stance*), qui consiste à prédire le comportement d'une entité à partir de son mode de fonctionnement (*design*).

Une entité dont le comportement est prédit de manière fiable à l'aide de la stratégie intentionnelle est un système intentionnel (Dennett, 1989, 15). Dennett (1989, 20) souligne que le langage permet en fait

aux êtres humains d'exprimer des désirs et des croyances plus spécifiques que ce que le comportement révèle. Dans le cas des entités qui ne maîtrisent pas le langage, il suffit, selon Dennett, de leur attribuer les désirs et les croyances qu'elles paraissent avoir sur la base de leur comportement : le désir de survivre, le désir d'éviter la douleur, le désir de se nourrir, etc. Ainsi, les animaux non humains ont des désirs relativement à des états de chose selon Dennett : le lézard désire manger la mouche et les gazelles désirent échapper aux lions. Nous pouvons ainsi attribuer des désirs et des croyances à un animal non humain sur la base de son comportement d'après Dennett. Les états de choses sont donc susceptibles d'être désirables ou indésirables pour les animaux non humains si l'on suit la conception de Dennett.

Il semble à première vue, comme le souligne Dennett (1989, 23), que le comportement de n'importe quel système peut être expliqué à l'aide de la stratégie intentionnelle. Par exemple, supposons que nous attribuons à une table la croyance qu'elle est située au centre du monde et le désir de demeurer au centre du monde. Nous expliquons ainsi, à l'aide de la stratégie intentionnelle, pourquoi la table demeure à la position qu'elle occupe. Toutefois, un changement de position de la table ne pourrait pas être prédit en utilisant la stratégie intentionnelle. La stratégie intentionnelle n'est donc pas une manière fiable de prédire le comportement de la table en général. De plus, le maintien de position de la table et les changements de position de la table seraient expliqués de manière plus fiable à l'aide de la stratégie physique. C'est pourquoi la table n'est pas un système intentionnel : elle est plutôt un système physique. Ce critère permet ainsi de distinguer les systèmes intentionnels des systèmes non intentionnels.

À l'inverse, le comportement de n'importe quelle entité peut potentiellement être prédit à l'aide de la stratégie physique. Dennett (1989, 25) propose d'imaginer que des extraterrestres très intelligents aient développés une théorie physique très sophistiquée du comportement humain. Du point de vue de ces extraterrestres, les êtres humains ne sont donc que des systèmes physiques. Doit-on en conclure que l'intentionnalité n'est pas une caractéristique objective d'un système ? Non, selon Dennett. En effet, même si les extraterrestres prédisent très bien le comportement humain à l'aide de la stratégie physique, un élément manquerait à leur explication : les structures (*patterns*) dans le comportement humain qui ne peuvent être décrites qu'à l'aide de la stratégie intentionnelle, et seulement à l'aide de la stratégie intentionnelle (Dennett, 1989, 25).

Supposons, dit Dennett (1989, 26), qu'un individu souhaite acheter des actions d'une compagnie. Les extraterrestres prédisent très exactement ce qui se produit physiquement dans le monde lorsque cet individu achète des actions : le mouvement des doigts de l'individu sur le téléphone, la vibration de ses cordes vocales, etc. Toutefois, plusieurs autres chaînes d'événements physiques auraient pu mener à l'achat d'actions par cet individu. Si les extraterrestres ne prennent en considération que les éléments physiques pour expliquer le comportement de cet individu, ils ne comprennent pas vraiment ce qui structure le comportement de cet individu. C'est seulement en expliquant le comportement de cet individu à l'aide notamment du désir de cet individu, c'est-à-dire son désir d'acheter des actions, que l'on peut comprendre la chaîne d'événements physiques qui mènent à la satisfaction de ce désir.

Également, comme le souligne Dennett (1989, 27), le comportement d'un système intentionnel est expliqué plus efficacement à l'aide de la stratégie intentionnelle qu'à l'aide de la stratégie physique ou de la stratégie fonctionnelle. On explique, par exemple, plus facilement les coups d'un ordinateur programmé pour jouer aux échecs en attribuant à l'ordinateur le désir de gagner et des croyances concernant les coups gagnants qu'en calculant, à l'aide de l'algorithme utilisé par l'ordinateur, les coups que ce dernier est susceptible de jouer. Ainsi, la stratégie intentionnelle est plus économique que la stratégie physique et la stratégie fonctionnelle dans le cas des systèmes intentionnels.

La proposition de Dennett permet d'expliquer simplement pourquoi les animaux non humains entretiennent des désirs et des croyances bien qu'ils ne maîtrisent pas le langage. En effet, selon Dennett (1989, 34), la forme logique des propositions dont le contenu est désiré ou cru par des animaux non humains est simplement copiée dans la forme structurelle des états de choses qui correspondent à ces propositions. Ainsi, le contenu de la représentation perceptuelle du lézard est un simple objet, la mouche. C'est néanmoins un état de choses, manger la mouche, qui est désiré par le lézard. Des états de choses peuvent donc être désirés par des animaux non humains et être désirables ou indésirables pour ces animaux non humains. En effet, le comportement d'un animal à l'égard d'un état de choses permet de déterminer plus ou moins précisément l'attitude de cet animal à l'égard de cet état de choses. Par exemple, le comportement des animaux nous indique de manière générale que les animaux désirent survivre et éviter la souffrance physique. Si l'on suit la conception de Dennett, il existe donc des risques pour les animaux non humains, même s'il est peut être difficile de déterminer précisément lesquels dans certains cas.

4.2 Indésirabilité et théorie de la décision

En théorie de la décision, un cadre présenté en introduction a été proposé par Savage (1954 ; Steele et Orri Stefánsson, 2016) pour expliquer comment un agent doit faire un choix sous incertitude. Tel que mentionné en introduction, Savage utilise une matrice pour représenter la situation de décision dans laquelle se retrouve un agent. Un exemple d'une telle matrice est proposé dans la figure 5 ci-dessous. Dans les colonnes de la matrice, on retrouve les états possibles du monde B sur lesquels l'agent n'a aucun contrôle et les degrés de croyance de l'agent, exprimés à l'aide de probabilités, concernant ces états possibles du monde. Par exemple, l'agent de la figure 5 croit à un degré **a** qu'il pleut dehors. Dans les lignes de la matrice, on retrouve les actions A parmi lesquels cet agent peut choisir. Finalement, aux croisements des lignes et des colonnes de la matrice, on retrouve les conséquences C qui découlent de l'action choisie en conjonction avec chacun des états possibles du monde.

Figure 5. Matrice de décision relative au choix d'un individu d'apporter son parapluie lors d'une promenade

	Pluie (p) P(p) = a	Pas de pluie (¬p) P(¬p) = 1 - a
Apporter un parapluie	<ul style="list-style-type: none"> • Promenade plaisante 	<ul style="list-style-type: none"> • Promenade plaisante
Ne pas apporter de parapluie	<ul style="list-style-type: none"> • Promenade très désagréable 	<ul style="list-style-type: none"> • Promenade très plaisante

Puisqu'il est question d'indésirabilité, ce sont les conséquences qui nous intéressent. En effet, les désirs d'un agent, selon Savage (1954 ; Steele et Stefánsson, 2016 ; Binmore 2009), sont exprimés relativement aux conséquences. Ce sont donc les conséquences qui sont susceptibles d'être désirables ou indésirables pour un agent. Par exemple, dans la matrice de la figure 5, l'agent désire éviter que sa promenade soit désagréable. Son choix d'apporter un parapluie est une conséquence qui suit de son désir d'éviter que sa promenade soit désagréable et de son évaluation de la situation. En ce sens, cet agent désire apporter son parapluie lors de sa promenade.

Dans la définition du risque proposée, c'est la manifestation d'une disposition qui est indésirable pour un agent. Si l'on s'en tient au cadre proposé par Barton, Grenier, Jansen et Éthier (2018), certaines conséquences font partie de la manifestation maximale d'une disposition dans la mesure où certaines conséquences sont des processus. En effet, la manifestation maximale d'une disposition est la somme

méréologique de l'ensemble des processus causés par l'interaction entre un stimulus et la base causale de cette disposition. Il est toutefois discutable qu'une conséquence soit toujours un processus. Par exemple, dans un jeu de hasard où des joueurs misent de l'argent, le gain ou la perte d'argent d'un joueur peuvent être caractérisés comme des processus, mais on peut également les caractériser comme des caractéristiques de l'état financier de ce joueur.

Supposons qu'un joueur joue à un jeu de cartes au casino et perdent 400 dollars. Dans une matrice de décision, la perte de 400 dollars est une conséquence qui sera notée « - 400\$ ». Si la perte de 400 dollars de ce joueur est caractérisée comme un processus, il faut déterminer quelles sont les parties temporelles de ce processus. Est-ce que le processus de perte de 400 dollars débute lorsque ce joueur commence à jouer ou seulement lorsque le résultat du jeu est tel que l'on sait que ce joueur doit 400 dollars au casino ? Est-ce que le processus de perte de 400 dollars prend fin lorsque la perte est enregistrée, lorsque ce joueur remet l'argent au casino ou lorsque ce joueur récupère, d'une manière ou d'une autre, l'argent qu'il a perdu ?

Si l'on caractérise plutôt cette conséquence comme une caractéristique de l'état financier de ce joueur, la perte de 400 dollars sera plutôt un état dans lequel se trouve les finances de ce joueur par rapport à l'état financier initial de ce joueur. Ainsi, on dira que ce joueur se trouve dans l'état financier '- 400\$' suite à la séquence de jeu. Cet état financier peut perdurer dans le temps, de la manière que la caractéristique d'une fraise d'être rouge perdure dans le temps, mais il ne s'ensuit pas, selon cette caractérisation, que cet état financier est un processus. Cet état financier n'en demeure pas moins une conséquence indésirable pour le joueur concerné. Il peut néanmoins être préférable, dans certains cadres ontologiques, de caractériser la perte d'argent comme un processus. Mes remarques des deux derniers paragraphes visent simplement à montrer que les conséquences spécifiées dans une matrice de décision peuvent être caractérisées de plusieurs manières selon le cadre ontologique choisi.

Revenons à présent à la matrice de la figure 5. La conséquence « Promenade très désagréable » est indésirable pour l'agent qui contemple cette décision. Cette conséquence est le résultat de la conjonction de l'action « Ne pas apporter de parapluie » et l'état du monde « Pluie ». La disposition qui est initialement manifestée, dans cet exemple, est la disposition des gouttelettes d'eau en suspension dans l'atmosphère à tomber au sol. La manifestation de cette disposition est indésirable lorsque les

conséquences qu'elle entraîne sont indésirables pour l'agent qui contemple cette décision.

Ainsi, si la manifestation d'une disposition entraîne une conséquence indésirable pour un agent, alors la manifestation de cette disposition est indésirable pour cet agent. Considérons de nouveau la matrice de la figure 5 : pour chaque action A_i , il y a un ensemble C_i de conséquences $C_{1j}, C_{2j}, \dots, C_{nj}$ tel que $P(C_{ij}) \neq 0$ pour tout i . Pour une conséquence C_{ij} évaluée par un agent X concerné par la décision, il y a trois possibilités :

- C_{ij} est désirable pour X .
- C_{ij} est indésirable pour X .
- X est indifférent à l'égard de C_{ij} .

Ainsi, une disposition est un risque pour un agent X si et seulement si la manifestation de cette disposition produit un C_{ij} tel que ce C_{ij} est indésirable pour X . Dans les cas où un C_{ij} est un processus, un C_{ij} produit par la manifestation d'une disposition est un C_{ij} qui fait partie de la manifestation maximale de cette disposition.

Les préférences entretiennent certains liens avec les désirs, bien qu'il s'agisse d'entités différentes (Hausman, 2011, x). En effet, comme le souligne Hausman, les préférences et les désirs sont des attitudes favorables d'un agent à l'égard d'items. Toutefois, une préférence exprime une comparaison entre deux items tandis qu'un désir est une attitude d'un agent à l'égard d'un seul item. En logique des préférences, certaines propriétés doivent généralement être satisfaites pour un ensemble d'items donné, comme l'axiome de complétude (Hansson et Grüne-Yanoff, 2017). Un autre axiome à considérer dans le cas de la désirabilité et de l'indésirabilité d'un C_{ij} pour un agent est l'axiome d'asymétrie.

En logique des préférences, l'axiome de complétude stipule que, pour un ensemble d'items donné et un agent donné, les préférences de cet agent entre chacun de ces items est spécifié (Hansson et Grüne-Yanoff, 2017, 5). Par exemple, pour un ensemble d'items $\{a, b, c\}$ et un agent X , la spécification des préférences de X entre a et b , entre a et c et entre b et c satisfait l'axiome de complétude. Dans le cadre des désirs proposé ici, l'équivalent de l'axiome de complétude tiré de la logique des préférences serait un axiome A_0 en logique des désirs qui stipulerait qu'il est nécessaire, pour un ensemble de C_{ij} donné et

un agent donné, de spécifier si, pour chacun des C_{ij} , 1) un C_{ij} est désirable pour cet agent, 2) un C_{ij} est indésirable pour cet agent ou 3) cet agent est indifférent à l'égard d'un C_{ij} . soit indésirable pour cet agent. Pour déterminer si la manifestation d'une disposition est indésirable pour un agent, il faut satisfaire l'axiome de complétude A0. Toutefois, la manifestation d'une disposition peut être indésirable pour un agent sans que l'on ait déterminé que tel est le cas : il n'est pas nécessaire de savoir que cette manifestation est indésirable pour cet agent pour qu'elle le soit effectivement.

En logique des préférences, l'axiome d'asymétrie, pour un ensemble d'items donné et un agent donné, stipule que si un premier item est préféré à un second item par cet agent, alors ce second item n'est pas préféré à ce premier item par cet agent (Hansson et Grüne-Yanoff, 2017, 4). Par exemple, pour un ensemble $\{a, b\}$ et un agent X, si X préfère a à b, alors X ne préfère pas b à a. Dans le cadre des désirs proposé ici, ceci se traduit par l'idée que si un agent n'est pas indifférent à l'égard d'un C_{ij} , alors ce C_{ij} est soit désirable, soit indésirable pour cet agent, mais ce C_{ij} n'est pas à la fois désirable et indésirable pour cet agent. J'estime que cette condition, que j'appelle « exclusivité mutuelle de la désirabilité et de l'indésirabilité », doit être satisfaite dans le cas des désirs.

Le désir d'un agent à l'égard d'un état de choses semble parfois ambivalent. En effet, un état de choses est généralement évalué selon plusieurs dimensions. Par exemple, imaginons qu'un agent dont l'état de santé est précaire envisage de boire une coupe de vin. Ce choix est évalué selon deux dimensions : la dimension « impact sur la santé » et la dimension « plaisir ». Sur la dimension « impact sur la santé », boire une coupe de vin est indésirable pour cet agent. Sur la dimension « plaisir », boire une coupe de vin est désirable pour cet agent. Boire une coupe de vin est-il alors à la fois désirable et indésirable pour cet agent ?

J'évite cette conclusion en distinguant davantage de désirs que le seul désir de boire une coupe de vin (ou le désir de ne pas boire une coupe de vin) de cet agent dans sa prise de décision : le désir de cet agent de demeurer en santé et le désir de cet agent d'avoir du plaisir. Ainsi, le désir de boire une coupe de vin (ou le désir de ne pas boire une coupe de vin) de cet agent est le résultat d'une agrégation d'autres désirs de cet agent et de certaines de ses croyances. En réalisant l'agrégation de l'intensité respective de chacun de ces autres désirs et des croyances relatives à cette situation de cet agent, nous déterminons si l'agent désire ou non boire une coupe de vin et donc si boire une coupe de vin est

désirable ou non pour cet agent. Néanmoins, si cet agent décide de boire une coupe de vin, ceci ne signifie pas que cette décision n'a aucun aspect indésirable pour cet agent, mais simplement que les aspects indésirables de cette décision ont, pour cet agent, une importance moindre que ses aspects désirables.

Du point de vue de l'agent X, en vertu de quels éléments un C_{ij} est-il indésirable pour X ? Si un C_{ij} est indésirable pour X, alors X désire éviter une occurrence de ce C_{ij} . Le comportement d'un agent X ne semble toutefois pas toujours concorder avec les désirs de cet agent. Par exemple, bien qu'un agent désire éviter en général de se blesser gravement, il est possible qu'un agent agisse d'une manière telle qu'il pourrait se blesser gravement, notamment dans les cas où il ne réalise pas que son action entraîne une possibilité d'être blessé gravement. Illustrons cette idée à l'aide de la matrice de décision de la figure 6 ci-dessous.

Figure 6. Matrice de décision relative au choix d'un individu mal informé de traverser un marais⁸

	Présence de crocodiles dans le marais $P_1(c) = 0$	Absence de crocodiles dans le marais $P_1(\neg c) = 1$
Traverser le marais	<ul style="list-style-type: none"> • Traversée dangereuse et très déplaisante 	<ul style="list-style-type: none"> • Traversée plaisante
Rester à la maison	<ul style="list-style-type: none"> • Journée ordinaire 	<ul style="list-style-type: none"> • Journée ordinaire

L'individu de la figure 6 envisage de traverser un marais en barque. Il ignore toutefois qu'il y a des crocodiles dans ce marais et croit fermement qu'il n'y en a pas. L'état du monde « Présence de crocodiles dans le marais » est représenté par « c » ; l'état du monde opposé, « Absence de crocodiles dans le marais », est représenté par $\neg c$; les degrés de croyance de cet individu concernant ces deux états possibles du monde sont représentés respectivement par $P_1(c)$ et $P_1(\neg c)$. Dans la mesure où cet individu désire revenir du marais en un seul morceau, il y a un risque pour lui de se faire attaquer par des crocodiles. En effet, même si $P_1(c) = 0$, des crocodiles sont bel et bien présents dans le marais.

⁸ Je néglige l'incertitude impliquée par ces risques ici afin de simplifier l'exemple. Il serait possible d'intégrer cet élément à l'exemple. Le point essentiel ici est que l'évaluation que l'individu fait de la situation ne correspond pas à la situation réelle.

Ainsi, dans la matrice de la figure 6, l'individu estime impossible que la conséquence « Traversée dangereuse et très déplaisante » survienne. Si les probabilités subjectives $P_1(c)$ et $P_1(\neg c)$ assignées aux états du monde c et $\neg c$ par cet individu étaient alignées avec les valeurs de vérité des propositions décrivant c et $\neg c$, la matrice de décision relative au choix de cet individu ressembleraient plutôt à celle de la figure 7 ci-dessous.

Figure 7. Matrice de décision relation relative au choix d'un individu bien informé de traverser un marais

	Présence de crocodiles dans le marais $P_2(c) = 1$	Absence de crocodiles dans le marais $P_2(\neg c) = 0$
Traverser le marais	<ul style="list-style-type: none"> • Traversée dangereuse et très déplaisante 	<ul style="list-style-type: none"> • Traversée plaisante
Rester à la maison	<ul style="list-style-type: none"> • Journée ordinaire 	<ul style="list-style-type: none"> • Journée ordinaire

Dans la figure 7, les degrés de croyance de cet individu sont alignés avec la réalité, ce qui n'est pas le cas dans la figure 6. C'est pourquoi, dans la figure 6, il décide de traverser le marais, bien qu'il désire éviter d'être blessé gravement. Ainsi, peu importe que l'agent décide de traverser le marais ou de rester à la maison, il y a toujours un risque de se faire attaquer par des crocodiles en traversant le marais en raison du désir de cet agent de ne pas être gravement blessé et de l'existence d'une disposition des crocodiles à attaquer cet individu. L'existence de ce risque ne dépend donc pas de ce que l'agent sait ou ne sait pas concernant le marais. En effet, peu importe ce que l'agent sait ou ne sait pas concernant le marais, la situation réelle demeure la même. L'existence de ce risque dépend plutôt de ce que cet agent désire, indépendamment de ce qu'il sait à propos de la situation dans laquelle il se trouve.

4.3 Désirs occurrents et désirs dispositionnels

Si l'existence d'un risque pour un agent dépend, entre autres, des désirs de cet agent, il faut clarifier la nature des désirs. On peut d'abord remarquer que certains désirs d'un agent sont actifs dans la vie mentale de cet agent, tandis que d'autres désirs ne le sont pas (Schroeder, 2017, 22). Par exemple, si je désire présentement boire du thé, ce désir est actif dans ma vie mentale, c'est-à-dire qu'il influence causalement mon système cognitif : je vais par exemple penser à boire du thé. Si je désire acheter, dans les prochaines semaines, un livre dont m'a parlé un ami, ce désir ne risque pas d'être continuellement actif dans ma vie mentale durant les prochaines semaines. Certes, je vais penser à ce livre de temps en

temps et je vais éventuellement me rendre à la librairie pour acheter ce livre, mais il y a également des moments durant lesquels je ne penserai pas du tout à ce livre et durant lesquels je n'agirai pas de manière à me le procurer. Ainsi, un désir est actif dans la vie mentale d'un agent si cet agent pense activement au contenu de ce désir ou si ce désir influence causalement le comportement de cet agent.

Pour distinguer les désirs actifs dans la vie mentale d'un agent des désirs qui ne le sont pas, Schroeder (2017) propose une distinction entre des désirs *occurrents* (*occurrent desires*) et des désirs *dispositionnels* (*standing desires*). Un désir *occurrent* est un désir actif dans la vie mentale d'un agent, au sens spécifié ci-dessus. Un désir *dispositionnel* est un désir qui n'est pas actif dans la vie mentale d'un agent. Comme le nom le suggère, un désir *dispositionnel* est une disposition mentale d'un agent.

Je m'inspire ici d'une proposition de Barton, Duncan, Toyoshima et Éthier (2018) concernant l'ontologie des croyances pour distinguer plus clairement les désirs *occurrents* et les désirs *dispositionnels*. Barton, Duncan, Toyoshima et Éthier (2018) indiquent que les croyances ont une double nature. D'abord, il est proposé dans la littérature qu'une croyance est une disposition à se comporter d'une certaine manière (Braithwaite, 1932-1933 ; Marcus, 1990). Il y a toutefois des contextes dans lesquels un individu peut entretenir une croyance mais ne pas être disposé à agir de quelque façon que ce soit, notamment dans le cas d'un individu paralysé. Un individu paralysé peut par exemple croire qu'il fait beau dehors présentement, c'est-à-dire estimer que c'est un fait qu'il fait beau dehors présentement, sans agir de quelque façon que ce soit sur la base de cette croyance. Pour concilier cette double nature des croyances, Barton, Duncan, Toyoshima et Éthier (2018) proposent que les croyances du premier type sont effectivement des dispositions. Toutefois, elles ne sont selon eux pas des dispositions à agir. Elles sont plutôt des dispositions à entretenir des croyances du second type, qu'ils appellent des « croyances *occurrentes* ». Ils proposent les définitions suivantes pour ces deux types de croyances :

- Croyance *dispositionnelle* : une disposition qui peut se manifester par une croyance *occurrente*.
- Croyance *occurrente* : un processus mental en vertu duquel un agent estime que quelque chose est le cas.

Sur cette base, je propose des définitions semblables pour « désir *dispositionnel* » et « désir

occurrent » :

- Désir dispositionnel : une disposition qui peut se manifester par un désir occurrent.
- Désir occurrent : un processus mental en vertu duquel un agent estime que quelque chose est désirable ou indésirable. Un désir occurrent influence causalement le comportement d'un agent. Par exemple, si un agent désire du thé de manière occurrente, il estime à ce moment désirable de boire du thé et il agit de manière à boire du thé si rien ne le contraint dans cette action.

L'idée qu'un désir dispositionnel est une disposition s'accorde bien avec l'idée qu'un désir dispositionnel n'est pas constamment actif dans la vie mentale d'un agent. En effet, d'après la conception des dispositions défendue au troisième chapitre, une disposition est une entité en attente d'être stimulée par un processus. De la même manière, l'idée qu'un désir occurrent est un processus mental s'accorde bien avec l'idée qu'un désir occurrent est actif dans la vie mentale d'un agent. En effet, un processus mental est défini ici comme un processus corporel qui peut se manifester consciemment (Hastings et al., 2012). Des exemples de processus mentaux sont la réflexion, la sensation de douleur et le fait de se remémorer quelque chose. Reprenons l'exemple de mon désir d'acheter un livre recommandé par un ami dans les prochaines semaines. Il y a des moments durant lesquels je ne pense pas du tout à ce livre et il y a des moments durant lesquels j'y pense. Que j'y pense ou non, j'ai un désir dispositionnel d'acheter ce livre. En effet, si l'on me questionne concernant mon envie d'acheter ce livre, je vais répondre que j'ai l'intention de l'acheter. Lorsque j'y pense, c'est alors que mon désir dispositionnel d'acheter ce livre se manifeste par un désir occurrent d'acheter ce livre.

Le degré de généralité du contenu d'un désir est variable. Par exemple, un agent a généralement un désir de survivre. Cependant, il n'a pas toujours un désir d'éviter les circonstances spécifiques qui causeraient son décès. Imaginons un scénario catastrophe dans lequel un astéroïde se dirige vers la Terre et menace d'anéantir toute forme de vie. Bien que les animaux non humains ont le désir général de survivre, ils n'ont pas nécessairement le désir spécifique d'éviter que cet astéroïde s'écrase sur Terre. De la même manière, à une époque où les êtres humains ignoraient tout des astéroïdes, ils n'avaient pas le désir spécifique d'éviter qu'un tel astéroïde s'écrase sur Terre.

Il y a deux désirs dans cet exemple : le désir d'un agent de survivre et le désir d'un agent d'éviter qu'un

astéroïde s'écrase sur Terre. Un agent a généralement toujours un désir dispositionnel de survivre et peut également avoir un désir occurrent de survivre. On pourrait défendre l'idée qu'un agent a toujours un désir occurrent de survivre lorsqu'il est éveillé. En effet, le comportement d'un agent est sans doute toujours influencé par son désir de survivre, même s'il ne pense pas toujours à sa survie. Lorsqu'un agent est endormi, il n'a sans doute pas de désir occurrent de survivre, mais il a un désir dispositionnel de survivre. En effet, il a une disposition à entretenir un désir occurrent de survivre même lorsqu'il est endormi.

Il ne semble toutefois pas qu'un agent ait toujours un désir occurrent d'éviter qu'un astéroïde s'écrase sur Terre lorsqu'il est éveillé, même si cet agent a un désir dispositionnel d'éviter qu'un astéroïde s'écrase sur Terre. En effet, même si un agent croit qu'un astéroïde pourrait s'écraser sur Terre dans les 50 prochaines années et qu'il désire éviter cet événement, ceci n'occupera normalement pas sa pensée et n'influencera pas l'ensemble de son comportement durant les 50 prochaines années.

Qu'en est-il des cas où un agent a un désir de survivre mais n'a pas un désir dispositionnel d'éviter qu'un astéroïde s'écrase sur Terre ? Dans ces cas, cet agent a une disposition à acquérir un désir dispositionnel d'éviter qu'un astéroïde s'écrase sur Terre. En effet, si on explique à cet agent ce qu'est un astéroïde et les conséquences qu'un écrasement d'un astéroïde sur Terre pourraient entraîner, il aura vraisemblablement un désir d'éviter qu'un astéroïde s'écrase sur Terre compte tenu de son désir général de survivre, dans la mesure où cet agent est capable de raisonner correctement lorsqu'on lui explique ce qu'est un astéroïde et les conséquences d'un écrasement d'astéroïde sur Terre. Un agent a donc une disposition à acquérir un désir dispositionnel sur la base, minimalement, d'un désir dispositionnel et d'une capacité à raisonner adéquatement lorsqu'il reçoit de nouvelles informations.

Illustrons la distinction entre une disposition à acquérir un désir dispositionnel et un désir dispositionnel à l'aide d'un autre exemple, tiré celui-ci du domaine politique. Il est notamment documenté que les individus plus âgés défendent généralement des idées plus conservatrices au plan politique et, inversement, que les individus moins âgés défendent généralement des idées plus libérales (Truett, 1993). Imaginons un individu de 70 ans qui défend aujourd'hui principalement des idées conservatrices mais qui défendait des idées plus libérales lorsqu'il avait 20 ans. À l'âge de 70 ans, cet individu a un désir dispositionnel d_0 que les idées conservatrices soient politiquement réalisées. À l'âge

de 20 ans, cet individu avait un désir dispositionnel d_1 que les idées libérales soient politiquement réalisées⁹. Toutefois, à l'âge de 20 ans, cet individu avait également une disposition d_2 à acquérir d_0 . C'est en raison de d_2 que cet individu a d_0 à l'âge de 70 ans. Ainsi, une disposition d'un agent à acquérir un désir dispositionnel se manifeste par l'acquisition de ce désir dispositionnel par cet agent. Une disposition à acquérir un désir dispositionnel est donc une disposition qui se manifeste par l'acquisition d'un désir dispositionnel.

Je distingue ainsi trois entités liées aux désirs : les dispositions à acquérir des désirs dispositionnels, les désirs dispositionnels et les désirs occurrents. Le schéma dispositionnel proposé au chapitre précédent permet d'expliquer de manière générale les relations entre ces trois types d'entités. L'acquisition d'un désir dispositionnel est la manifestation d'une disposition à acquérir un désir dispositionnel et un désir occurrent est la manifestation d'un désir dispositionnel. Cette idée s'accorde bien avec la proposition de Barton, Duncan, Toyoshima et Éthier (2018) concernant l'ontologie des croyances. En effet, ils soutiennent qu'une croyance occurrente est la manifestation d'une croyance dispositionnelle.

Comment s'articulent ces trois entités avec l'idée qu'une disposition est un risque pour un agent X si et seulement si la manifestation de cette disposition entraîne un C_{ij} indésirable pour X ? Trois points d'analyse sont importants ici :

- Tel que l'exemple du marais le montre, un agent est parfois (et probablement souvent) ignorant à l'égard de la situation spécifique dans laquelle il se trouve. Dans l'exemple du marais, l'agent a un désir dispositionnel d_0 d'éviter d'être blessé gravement. Toutefois, il ne réalise pas que traverser le marais va à l'encontre de d_0 et il choisit donc de traverser le marais. Si cet agent réalise le danger que comporte cette activité et raisonne correctement relativement à cette nouvelle information, il modifiera son choix. Cet agent a donc une disposition d_1 à acquérir un désir dispositionnel d'éviter d'être attaqué par des crocodiles en traversant le marais. En effet, puisque le fait d'être attaqué par des crocodiles peut entraîner des blessures graves, il est indésirable pour cet agent d'être attaqué par des crocodiles en vertu de d_0 .
- Les exemples du marais et de l'astéroïde montrent que le contenu de certains désirs est plus

⁹ L'exemple est simplifié ici pour les besoins de l'argument. Évidemment, un individu a généralement à la fois des désirs dispositionnels que certaines idées conservatrices soient réalisées et des désirs dispositionnels que certaines idées libérales soient réalisées. Il faudrait alors déterminer si ces différents désirs sont en conflit les uns avec les autres, ce qui complexifie considérablement l'analyse.

spécifique que celui d'autres désirs. En effet, les agents ont habituellement un désir général de survivre et un désir général d'éviter d'être blessé gravement, même s'ils n'ont pas nécessairement des désirs spécifiques d'éviter de se faire attaquer par des crocodiles ou d'éviter qu'un astéroïde s'écrase sur Terre. Je distingue donc les désirs dispositionnels généraux, dont le contenu est indépendant du type de contexte dans lequel il pourrait se manifester par un désir occurrent, et les désirs dispositionnels spécifiques, dont le contenu dépend du type de contexte dans lequel il pourrait se manifester par un désir occurrent. Dans les exemples proposés, le désir dispositionnel de survivre est un désir dispositionnel général car il peut se manifester dans le cas du marais et dans le cas de l'astéroïde. Le désir dispositionnel de ne pas se faire attaquer par des crocodiles en traversant le marais et le désir dispositionnel d'éviter qu'un astéroïde s'écrase sur Terre sont deux désirs dispositionnels spécifiques. En effet, ils ne s'appliquent qu'à des cas semblables à ceux, respectivement, du marais et de l'astéroïde.

- Il y a des cas dans lesquels le contenu des désirs dispositionnels spécifiques d'un agent ne concorde pas simultanément avec le contenu des désirs dispositionnels généraux de cet agent. Autrement dit, le contenu des désirs dispositionnels spécifiques d'un agent et le contenu des désirs dispositionnels généraux d'un agent entraînent parfois des contradictions logiques. Reprenons l'exemple de la corrélation entre l'âge d'un individu et ses orientations politiques. À l'âge de 20 ans, cet individu a un désir dispositionnel \mathbf{d}_0 que les politiques libérales soient réalisées et une disposition \mathbf{d}_1 à acquérir un désir dispositionnel que les politiques conservatrices soient réalisées. Le contenu de \mathbf{d}_0 , « Les politiques libérales sont réalisées », ne concorde donc pas avec le contenu de \mathbf{d}_1 , « Les politiques conservatrices sont réalisées ». Dans les exemples du marais et de l'astéroïde, l'agent n'avait pas de désirs dispositionnels spécifiques. Dans le cas des orientations politiques, l'agent a, à un instant donné, un désir dispositionnel spécifique \mathbf{d}_0 qui est en contradiction avec sa disposition \mathbf{d}_1 à acquérir un désir dispositionnel. Puisqu'il s'agit ici de déterminer qu'une conséquence est indésirable pour un agent au moment où cette conséquence se produit, c'est le désir dispositionnel spécifique \mathbf{d}_0 actuel de l'agent qui détermine si une conséquence est indésirable ou non pour X.

Un enjeu se pose toutefois relativement au dernier type de cas mentionné. Imaginons qu'un individu perde sa jambe droite suite à un accident. Le C_{ij} « Perdre sa jambe droite » est, selon toute attente, indésirable pour cet individu avant l'accident. Après l'accident, cependant, une occurrence de ce C_{ij} est

impossible : il n'est donc pas susceptible d'être désirable ou indésirable pour cet individu après l'accident. La conséquence qui en découle, « Vivre sans sa jambe droite », est toutefois susceptible d'être désirable ou indésirable pour cet individu. Supposons que vivre sans sa jambe droite soit indésirable pour cet individu. Cette conséquence est effective tout au long de la vie de cet individu après l'accident. Au fur et à mesure que cet individu s'adaptera à ce nouvel handicap, le degré d'indésirabilité de la conséquence « Vivre sans sa jambe droite » est susceptible de diminuer. Ce type de cas est plus compliqué que ceux présentés ici. Pour analyser ce type de cas, il faudrait être en mesure d'évaluer le degré de désirabilité ou d'indésirabilité d'une conséquence pour un agent. Ceci pourrait être accompli en évaluant, par exemple, l'utilité d'une conséquence pour cet agent sur la base de ses préférences (cf. Steele et Stefánsson, 2016). Il serait alors nécessaire d'introduire la logique des préférences. Je n'entreprendrai donc pas l'analyse de ce type de cas ici.

De ces remarques, je conclus qu'un C_{ij} est indésirable pour un agent X si

- X a un désir dispositionnel d'éviter C_{ij} ou
- X a une disposition à acquérir un désir dispositionnel d'éviter C_{ij} et n'a pas simultanément un désir dispositionnel que C_{ij} survienne.

L'aspect dispositionnel des désirs est essentiel à la définition du risque proposée. En effet, il permet de concilier la dimension objective du risque et la dimension subjective du risque : même si un agent est ignorant à l'égard de l'existence d'une disposition dont la manifestation est indésirable pour lui, cette disposition est tout de même un risque pour lui en vertu de ses dispositions à acquérir des désirs dispositionnels. L'existence d'un risque pour un agent est ainsi déterminée par trois facteurs : l'existence d'une disposition dont la manifestation est indésirable pour cet agent, les dispositions à acquérir des désirs dispositionnels de cet agent et les désirs dispositionnels actuels de cet agent.

4.4 Discussion sur l'indésirabilité

4.4.1 L'objectivité de la désirabilité et de l'indésirabilité

Dans le cadre proposé, l'indésirabilité d'états de choses dépend strictement des désirs dispositionnels d'un agent. L'agent est donc le seul arbitre de ce qui est désirable ou indésirable pour lui. La désirabilité d'états de choses et l'indésirabilité d'états de choses sont ainsi strictement subjectives dans le cadre que je propose.

Certains chercheurs estiment cependant que la désirabilité d'états de choses et l'indésirabilité d'états de choses ont un caractère objectif, ou du moins intersubjectif. Par exemple, Nussbaum (2000) propose une liste de dix éléments qu'un état démocratique devrait garantir aux individus qui l'habitent afin d'assurer leur bien-être : 1) la protection de la vie humaine normale (en termes de durée), 2) la santé corporelle, 3) l'intégrité corporelle (c'est-à-dire la sécurité), 4) la possibilité de satisfaire les sens, l'imagination et la pensée, 5) l'expression des émotions, 6) la protection de la raison morale et de la liberté de conscience, 7) le droit d'association, 8) le respect des autres espèces, 9) la possibilité de participer à des activités ludiques et 10) la possibilité de participer aux choix politiques et le droit de propriété. Ces éléments sont déterminés, comme chez Rawls (1971), à l'aide d'un consensus par recoupements (Nussbaum, 2000, 76). Il s'agit ainsi d'éléments que les grandes traditions philosophiques et religieuses considèrent toutes importantes pour le bien-être individuel.

Puisque la garantie de ces éléments assure le bien-être objectif des individus selon Nussbaum, elle permet aussi, dans les cas standards, la satisfaction des désirs les plus généraux des individus, c'est-à-dire des désirs dispositionnels généraux qui seraient partagés par tous les individus. Les dix éléments contribuant au bien-être proposés par Nussbaum peuvent ainsi être interprétés comme étant des éléments objectivement désirables. Il est débattable de savoir comment les désirs spécifiques des individus sont satisfaits. Par exemple, relativement à l'élément (7), il est évident qu'un individu ne développe pas des relations significatives avec les mêmes individus spécifiques qu'un autre individu. Il est néanmoins raisonnable de soutenir que, de manière générale, les individus désirent développer des relations significatives avec d'autres individus. Les êtres humains ont donc habituellement le désir dispositionnel général de développer des relations significatives car développer de telles relations contribue à leur bien-être. Certains individus estiment toutefois suffisant de développer un petit nombre de relations significatives, tandis que d'autres individus en développent un grand nombre.

Qu'en est-il des individus qui déclarent, par exemple, ne pas avoir le désir de développer des relations significatives dans le cadre de Nussbaum ? Il faut bien souligner ici que la liste que propose Nussbaum est d'abord une liste des éléments auxquels un état démocratique devrait garantir l'accès à tous ses citoyens et non une liste de ce que ces citoyens devraient désirer. Également, puisque les éléments de la liste de Nussbaum sont déterminés à l'aide d'un consensus par recoupements, ils correspondent en

principe à ce que les citoyens désirent effectivement en général. Nussbaum (2000, 87) accepte qu'un individu ne cherche pas à satisfaire tous les éléments de cette liste dans sa propre vie. Par exemple, un individu peut préférer le travail aux activités ludiques et ainsi ne pas entretenir le désir de participer à des activités ludiques. Cet individu n'est pas irrationnel pour autant selon Nussbaum. Ce qui doit être garanti, pour cet individu, c'est la possibilité de participer à des activités ludiques, et non la participation effective de cet individu à des activités ludiques.

Nussbaum ne semble toutefois pas toujours maintenir sa position de manière cohérente, par exemple lorsqu'elle indique que cette liste est une liste de possibilités telle qu'il est toujours rationnel, pour un individu, de désirer satisfaire les éléments de cette liste peu importe ce qu'autrui en pense (Nussbaum, 2000, 88). Au moins deux tensions théoriques émergent de cette remarque chez Nussbaum. D'abord, il apparaît, selon Nussbaum, toujours rationnel pour un individu de désirer satisfaire les éléments de cette liste, mais il est également rationnel, selon ce qui a été indiqué au paragraphe précédent, de ne pas désirer satisfaire l'un des éléments de cette liste. Ensuite, si les éléments de la liste de Nussbaum sont déterminés en fonction d'un consensus par recoupements, c'est précisément l'avis des individus qui forment la société d'appartenance d'un individu qui importe pour déterminer si le choix d'un individu de satisfaire ces éléments est rationnel ou non.

Nonobstant ces remarques, présumons que Nussbaum propose une liste d'éléments qui sont désirables objectivement. Dans le cadre que je propose, la désirabilité d'états de choses et l'indésirabilité d'états de choses dépendent d'abord des dispositions à acquérir des désirs dispositionnels des agents. Il est toutefois possible que les désirs de certains individus aillent à l'encontre des éléments de cette liste d'éléments. Par exemple, dans la mesure où l'expression verbale d'un certain désir par un individu révèle le désir réel de cet individu, la déclaration par un individu qu'il ne désire pas développer des relations significatives exprime réellement un désir de cet individu et cet état de choses est donc désirable pour cet individu. Néanmoins, les cas de désirs qui vont à l'encontre des éléments proposés par Nussbaum semblent être des cas limites. Les désirs des individus devraient ainsi habituellement être compatibles avec ceux que suggère la liste de Nussbaum. Je crois donc que l'application du cadre que je propose n'entraîne pas de conflits avec le cadre de Nussbaum dans la vaste majorité des cas.

4.4.2 Les désirs de groupe

Un désir, dans le cadre proposé, est une attitude propositionnelle d'un agent. Puisqu'un désir est une attitude, il dispose cet agent d'une certaine manière à l'égard d'un certain contenu. La thèse qu'un désir est une attitude propositionnelle et la thèse qu'un désir a une nature dispositionnelle sont donc conciliables. Ce qui pose davantage problème est de déterminer comment assigner des désirs à un type particulier d'agent : les groupes.

Certains philosophes admettent que les groupes peuvent avoir des attitudes propositionnelles. Par exemple, Gilbert (1987) soutient qu'un groupe peut avoir des croyances. Les croyances, en épistémologie contemporaine, sont des attitudes propositionnelles. Ainsi, si nous attribuons une croyance à un groupe, nous lui attribuons une attitude propositionnelle. Puisqu'un désir est une attitude propositionnelle au même titre qu'une croyance dans le modèle de la psychologie naïve, ceci suggère que les groupes peuvent également avoir des désirs.

Une première manière de déterminer l'attitude d'un groupe est d'agréger les attitudes individuelles des membres de ce groupe. Cette première méthode est fondée sur la présupposition qu'un groupe est un ensemble d'agents individuels. Quinton (1975-76), par exemple, soutient que la croyance d'un groupe est la croyance que tous les membres de ce groupe ou la plupart des membres de ce groupe entretiennent. Cette règle est nommée la « règle de la majorité ». D'autres règles sont proposées dans la littérature pour réaliser l'agrégation des attitudes individuelles des membres d'un groupe, notamment la règle des comparaisons de paires (*pairwise comparison*) et le scrutin majoritaire à plusieurs tours (*runoff procedure*). L'utilisation de ces règles soulève toutefois des difficultés, notamment dans le cas des préférences d'un groupe, également appelées « préférences sociales ». Maskin (2012, 8-9) propose l'exemple suivant dans le cas de la règle de la majorité : imaginons un groupe d'individus exprimant leurs préférences entre trois options A, B et C. Dans ce groupe, la distribution des profils de préférences individuelles est la suivante :

- 35% des individus préfèrent A à B et B à C ;
- 33% des individus préfèrent B à C et C à A ;
- 32% des individus préfèrent C à A et A à B.

Selon cette distribution, 67% des individus préfèrent A à B. A est donc socialement préféré à B. De la même manière, 68% des individus préfèrent B à C. B est donc socialement préféré à C. Finalement, 65% des individus préfèrent C à A. C est donc socialement préféré à A. Les préférences sociales, dans cet exemple, sont donc intransitives, ce qui viole l'un des axiomes communément admis en logique des préférences (Hansson et Grüne-Yanoff, 2017) et dans l'approche normative de la théorie de la décision (Peterson, 2009).

En raison des difficultés que soulève l'agrégation des attitudes individuelles des membres d'un groupe, je ne propose pas ici une règle d'agrégation. Ce problème peut néanmoins être traité indépendamment de l'analyse proposée ici. Également, il y a des cas triviaux dans lesquels les désirs des membres d'un groupe peuvent être agrégés dans le cadre proposé et dans le contexte d'application visé, par exemple dans le cas d'une famille dont tous les membres désirent qu'un membre de la famille survive à une chirurgie dangereuse.

Il est également proposé, en philosophie, qu'un groupe est une entité autonome, c'est-à-dire qu'un groupe n'est pas que le simple ensemble des individus qui le composent (List et Pettit, 2011). Suivant cette idée, Gilbert (1987) propose une deuxième manière de déterminer la croyance d'un groupe. Gilbert soutient que la croyance d'un groupe n'est pas le résultat d'une agrégation des croyances des individus qui forment ce groupe. La croyance d'un groupe, selon Gilbert, est plutôt un énoncé que les individus qui forment ce groupe ont accepté de reconnaître comme étant la croyance du groupe. En termes plus formels, Gilbert (1987, 195) indique que :

- Un groupe G croit que p si et seulement si les membres individuels de G acceptent conjointement que p.
- Les membres individuels du groupe G acceptent conjointement que p si et seulement si c'est une connaissance commune dans G que les membres individuels de G ont chacun exprimé ouvertement un engagement conditionnel et conjoint d'accepter que p avec les autres membres individuels de G.

Rappelons que p est une connaissance commune dans un groupe G si et seulement si 1) p, 2) tous les membres de G savent que p et 3) tous les membres de G savent que (2) (Gilbert, 1987, 188). La

proposition de Gilbert peut être selon moi être adaptée pour les désirs. Par exemple, en termes formels, on pourrait proposer que :

- Un groupe G désire que p si et seulement si les membres individuels de G acceptent conjointement que p est désirable pour G .
- Les membres individuels du groupe G acceptent conjointement que p si et seulement si c'est une connaissance commune dans G que les membres individuels de G ont chacun exprimé ouvertement un engagement conditionnel et conjoint d'accepter que p est désirable pour G avec les autres individus qui sont membres de G .

Il s'agit ici d'une première approximation des désirs de groupe sur la base des travaux de Gilbert. Je ne souhaite pas davantage développer sur cette question. Bien que la question des désirs d'un groupe soit intéressante, il est suffisant, pour les fins de ce mémoire, de s'en tenir aux désirs individuels.

4.4.3 Limites du cadre

Tel que certaines remarques faites au cours de ce chapitre l'indiquent, le cadre que je propose pour déterminer l'indésirabilité d'un état de choses pour un agent est une simplification. Des améliorations pourraient donc lui être apportées. Par exemple, j'ai mentionné que je ne spécifie pas une manière d'évaluer le degré de désirabilité ou d'indésirabilité d'un état de choses pour un agent. Les C_{ij} dont le degré de désirabilité ou le degré d'indésirabilité varient dans le temps ne peuvent donc pas être pris en compte ici. De plus, il serait utile de spécifier une règle à cette fin afin de pouvoir comparer plusieurs C_{ij} selon leur degré de désirabilité ou d'indésirabilité sur différentes dimensions.

Également, le cadre proposé permet de déterminer qu'il existe une disposition dont la manifestation est indésirable pour un agent dans une situation donnée. Cependant, il ne permet pas de déterminer *a priori* quelle est la disposition dont la manifestation est indésirable pour un agent. En effet, un C_{ij} qui n'est pas un processus ne fait pas partie de la manifestation d'une disposition. Toutefois, si un C_{ij} ne fait pas partie de la manifestation d'une disposition, on peut tout de même supposer qu'il est causé par la manifestation d'une disposition. Il apparaît ainsi possible, en pratique, de déterminer quelles dispositions ont une manifestation indésirable pour un agent si nous avons suffisamment d'informations concernant la relation causale entre les manifestations de ces dispositions et les C_{ij} indésirables pour cet

agent. Autrement dit, il est possible de déterminer quelles dispositions ont une manifestation indésirable pour un agent dans une situation donnée à l'aide d'une enquête empirique.

Finalement, le cadre proposé stipule qu'un C_{ij} est indésirable pour un agent en vertu des dispositions à acquérir des désirs dispositionnels et des désirs dispositionnels de cet agent. Il n'est toutefois pas forcément évident de déterminer quels sont spécifiquement les dispositions à acquérir des désirs dispositionnels et les désirs dispositionnels qui interviennent dans l'évaluation qu'un agent fait d'un C_{ij} . Néanmoins, le cas des animaux non humains et la liste de Nussbaum suggèrent que nous pouvons faire, pour certaines catégories d'états de choses, des suppositions raisonnables concernant les dispositions à acquérir des désirs dispositionnels et les désirs dispositionnels d'autres agents. Si un individu déclare ne pas entretenir le désir qui correspond à ces suppositions raisonnables, nous pouvons ajuster notre évaluation des désirs de cet individu en conséquence.

Ceci étant dit, le cadre proposé a au moins deux avantages. Premièrement, il tient compte des désirs des êtres dépourvus de langage, comme les animaux non humains et les très jeunes enfants. Puisque la question des désirs est assez complexe en sciences cognitives, ceci évite de tracer une frontière arbitraire entre les entités pour lesquelles il y a des risques et celles pour lesquelles il n'y en a pas. Deuxièmement, tel qu'indiqué précédemment, les assises théoriques du cadre rendent possibles la formalisation du degré de désirabilité ou d'indésirabilité d'un état de choses à l'aide de l'utilité en théorie de la décision.

Cinquième chapitre : Formalisation du risque dans la Basic Formal Ontology

Dans ce chapitre, je propose une formalisation du risque dans l'ontologie de haut niveau BFO en tenant compte de la conception des dispositions présentée au troisième chapitre et de l'analyse de l'indésirabilité d'une manifestation de disposition du quatrième chapitre. Ce chapitre est divisé en deux sections. Dans la première section, je présente l'ontologie BFO en spécifiant les universaux de BFO utiles à la formalisation du risque dans cette ontologie. Dans la deuxième section, je présente la formalisation du risque dans BFO.

5.1 Les universaux de BFO

Les catégories représentées dans BFO sont des universaux. La structure d'une ontologie est hiérarchique : plus une catégorie est élevée dans cette structure hiérarchique, plus l'entité qui lui correspond est générale. Dans BFO, la distinction la plus générale est celle entre l'universel *Continuant* et l'universel *Occurrent*. Je présente d'abord certains des universaux plus spécifiques qui se trouvent sous l'universel *Continuant* dans BFO. Je présente ensuite les universaux qui se trouvent sous l'universel *Occurrent* dans BFO.

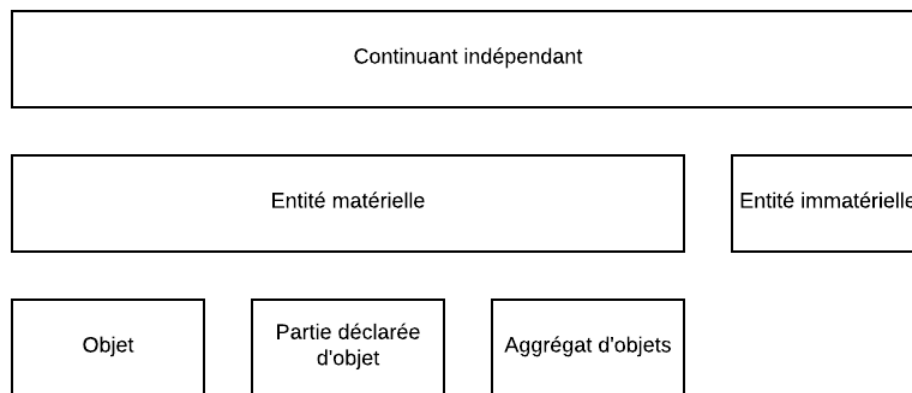
5.1.1 Les continnants dans BFO

Un continuant, dans BFO, est une entité qui existe pleinement à tout moment du temps où elle existe (Arp, Smith et Spear, 2015, 89). Autrement dit, un continuant n'a pas de parties temporelles. Par exemple, un organisme n'a pas de parties temporelles. Cet organisme peut néanmoins perdre ou gagner des parties, notamment s'il perd ou gagne des cellules, mais il demeure cet organisme jusqu'à ce qu'il disparaisse complètement. Ceci ne signifie pas pour autant que les continnants n'ont aucune relation au temps. En effet, ils participent à des processus. Or, les processus sont des entités qui ont des parties temporelles. Je reviendrai aux processus à la section suivante. Je présente d'abord les continnants dans BFO. L'universel *Continuant* se décline en trois universaux plus spécifiques : *Continuant indépendamment*, *Continuant spécifiquement dépendant* et *Continuant génériquement dépendant*.

Un continuant indépendamment est un continuant qui est porteur de qualités (Arp, Smith et Spear, 90). Je préciserai plus loin ce qu'est une qualité dans BFO. On peut tout de même indiquer ici qu'une qualité est l'équivalent d'une propriété catégorique, au sens spécifié dans le troisième chapitre. Si un continuant

a est le porteur d'une qualité **b**, on dit alors que la qualité **b** inhère dans **a**. Un continuant indépendant est indépendant au sens où même s'il perd l'une ou l'autre de ses qualités, il continue tout de même d'exister. L'inverse n'est pas vrai : si un continuant indépendant cesse d'exister, alors les qualités que porte ce continuant indépendant cessent également d'exister.

Figure 8. Taxonomie des continuants indépendants dans BFO



La figure 8 est une taxonomie : la relation *est_un* entre les différents universaux est implicite. Par exemple, dans BFO, *Entité matérielle est_un Continuante indépendante*. Comme le montre la figure 8, il y a deux universaux plus spécifiques sous *Continuante indépendante* : l'universel *Entité matérielle* et l'universel *Entité immatérielle*. Une entité matérielle est un continuant indépendant qui a une portion de matière comme partie (Arp, Smith et Spear, 2015, 90). Puisqu'une entité matérielle est constituée en partie de matière, elle est étendue dans l'espace tridimensionnel. Par opposition, une entité immatérielle est une entité qui n'a aucune entité matérielle comme partie (Arp, Smith et Spear, 2015, 107). Des exemples d'entités immatérielles sont les frontières entre deux entités et les régions spatiales.

L'universel *Entité matérielle* se décline en trois universaux plus spécifiques : *Objet*, *Partie déclarée d'objet* et *Agrégat d'objets*. Un objet est une entité matérielle qui est 1) étendue dans l'espace tridimensionnel, 2) causalement unifiée, c'est-à-dire que ses parties sont connectées de telle manière que si une partie de l'objet se déplace dans l'espace, les autres parties de cet objet sont susceptibles de se déplacer de la même façon et 3) maximale auto-connectée (*maximally self-connected*), c'est-à-dire que les parties d'un objet sont liées d'une manière telle que toute entité liée à ces parties de la même manière est une partie de cet objet (Arp, Smith et Spear, 2015, 91).

Une partie déclarée d'objet est une entité matérielle qui est une partie propre d'un plus grand objet mais qui n'est pas démarquée du reste de cet objet par une discontinuité physique (Arp, Smith et Spear, 2015, 94). Les parties déclarées d'objet sont ainsi distinguées des objets qui font simplement partie d'un autre objet par le fait qu'il n'y a pas une discontinuité physique entre une partie déclarée d'objet et l'objet dont elle fait partie. Par exemple, il n'y a pas une discontinuité physique entre l'hémisphère sud de la Terre et la Terre. L'hémisphère sud de la Terre est donc une partie déclarée d'objet. À l'inverse, il y a une discontinuité physique entre la roue d'une voiture et la voiture dont cette roue fait partie. La roue d'une voiture est donc un objet qui fait partie d'un autre objet.

Un agrégat d'objets est une entité matérielle constituée d'une collection d'objets et dont les parties sont exactement constituées par les objets qui forment cette collection (Arp, Smith et Spear, 2015, 93). Par exemple, une population de bactéries est un agrégat d'objets dont les parties sont les bactéries qui forment cette population.

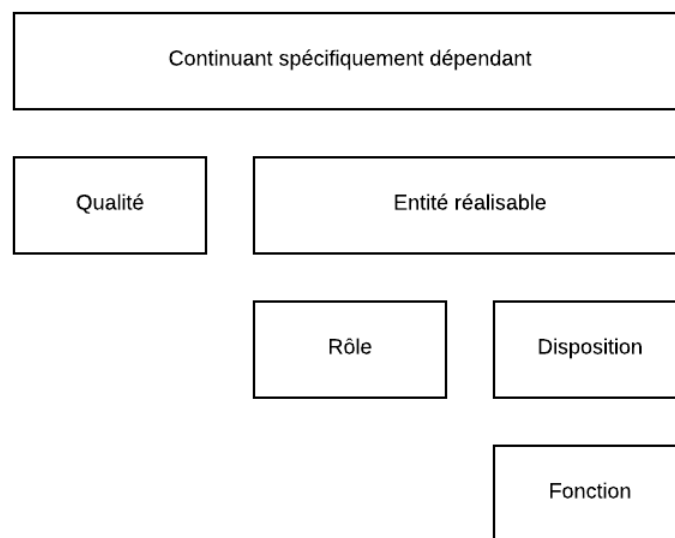
Je présente maintenant les continnants spécifiquement dépendants. Un continuant spécifiquement dépendant est un continuant dont l'existence dépend d'un ou plusieurs continnants indépendants spécifiques (Arp, Smith et Spear, 2015, 95). Par exemple, l'existence de la caractéristique d'être rouge de cette pomme dépend de l'existence de cette pomme. Comme le montre la figure 9 à la page suivante, l'universel *Continuant spécifiquement dépendant* se décline en deux universaux plus spécifiques : *Qualité* et *Entité réalisable*.

Une qualité est un continuant spécifiquement dépendant tel que s'il inhère dans une entité, il est pleinement manifesté à tout moment dans cette entité lorsqu'elle existe (Arp, Smith et Spear, 2015, 96). Par opposition, une entité réalisable est un continuant spécifiquement dépendant qui ne se manifestent qu'à travers certains processus de réalisation (Arp, Smith et Spear, 2015, 98). Par exemple, ce verre a une forme et il est fragile. La forme de ce verre est pleinement manifestée dans ce verre à tout moment de l'existence du verre. À l'inverse, la fragilité de ce verre ne se manifeste que lorsque ce verre se brise.

Bien qu'une qualité portée par une entité soit pleinement manifestée dans cette entité, il semble qu'une qualité d'une entité puisse changer au cours de l'existence de cette entité. Par exemple, la couleur

d'une feuille d'arbre peut passer du vert au rouge. Pour expliquer ceci, on distingue dans BFO les qualités déterminables des qualités déterminées (Arp, Smith et Spear, 2015, 97). Les qualités déterminables sont des qualités qui sont portées par des continuants indépendants par nécessité. Par exemple, le rythme cardiaque d'un individu est variable, mais il est nécessaire que cet individu ait un rythme cardiaque (dans la mesure où il est vivant) : le rythme cardiaque actuel d'un individu est nécessairement une instance de la qualité d'avoir un rythme cardiaque. Les qualités déterminées sont des valeurs que peuvent avoir les qualités déterminables. Par exemple, le rythme cardiaque actuel d'un individu est une qualité déterminée. Il est également une valeur que la qualité déterminable d'avoir un rythme cardiaque peut prendre.

Figure 9. Taxonomie des continuants spécifiquement dépendants dans BFO



L'universel *Entité réalisable* se décline quant à lui en trois universaux plus spécifiques : *Rôle*, *Disposition* et *Fonction*. Un rôle est une entité réalisable ancrée extérieurement, c'est-à-dire une entité réalisable portée par un continuant indépendant en vertu de circonstances externes (Arp, Smith et Spear, 2015, 99). Par exemple, un individu a un rôle de médecin en raison des compétences qui lui sont reconnues en vertu des normes sociales et institutionnelles. Puisqu'un rôle est ancré extérieurement, l'entité qui porte un rôle à un instant donné n'est pas changée physiquement si elle cesse de porter ce rôle.

À l'inverse, une entité qui porte une disposition à un instant donné est modifiée physiquement si elle

cesse de porter cette disposition. En effet, une disposition est ancrée intérieurement : elle existe en vertu de certains aspects de la constitution physique de l'entité qui la porte (Arp, Smith et Spear, 2015, 101). Dans BFO, une disposition est une entité réalisable qui est déclenchée par certains types de processus (le déclencheur de la disposition) et réalisée par d'autres types de processus (la réalisation de la disposition) (Arp, Smith et Spear, 101). Le couple déclencheur/réalisation adopté dans BFO correspond au couple stimulus/manifestation présenté au troisième chapitre.

Une fonction, dans BFO, est un type particulier de disposition. L'idée qu'une fonction est une disposition a fait l'objet d'un débat en ontologie appliquée entre, d'un côté, Röhl et Jansen (2014) et, de l'autre, Spear, Ceusters et Smith (2016). Dans BFO, une fonction est une entité réalisable dont la réalisation est une activité orientée vers une fin (Arp, Smith et Spear, 2015, 102). Cette finalité de la réalisation d'une fonction existe parce que son porteur est d'un type spécifique et qu'il se trouve dans le type de contexte pour lequel il a été sélectionné. Cette sélection peut être naturelle, par exemple dans le cas des organes d'un organisme, ou intentionnelles, par exemple dans le cas des outils. Par exemple, un marteau a une disposition à appliquer une pression sur des clous. C'est parce que ce marteau est sélectionné par un agent pour réaliser cette disposition qu'on dit que ce marteau a la fonction d'appliquer une pression sur des clous dans ce contexte.

Je présente finalement le dernier universel mentionné en début de section : *Continuant génériquement dépendant*. Les continnants génériquement dépendants se distinguent des continnants spécifiquement dépendants car les seconds ne peuvent pas migrer d'un porteur particulier à un autre. Par exemple, la qualité particulière d'être rouge de cette pomme ne peut pas être portée par une autre entité que cette pomme. Ceci ne signifie évidemment pas qu'aucune autre entité n'est rouge. Plutôt, ceci signifie que bien que la qualité **rouge**₀ de **pomme**₀ et la qualité **rouge**₁ de **fraise**₀ soient deux instances de l'universel *Rouge*, **rouge**₀ et **rouge**₁ sont deux particuliers différents qui ne peuvent être portés respectivement que par **pomme**₀ et **fraise**₀.

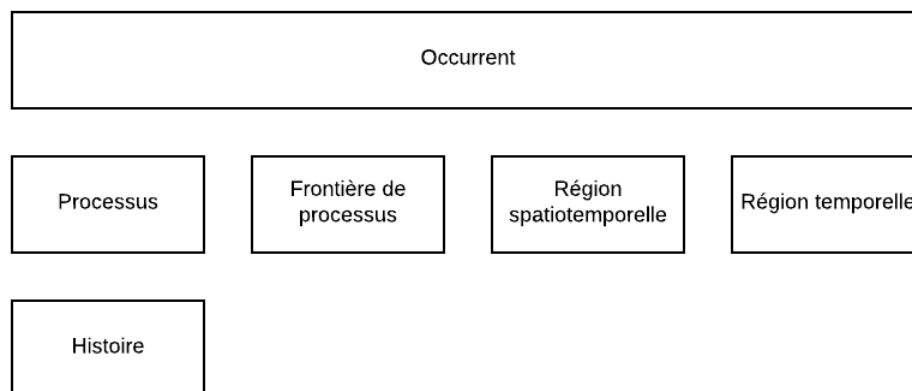
À l'inverse, un continuant génériquement indépendant peut être porté par plus d'une entité et être transférable. Par exemple, le texte qui se trouve sur cette feuille de papier peut être copié sur une autre feuille de papier. De la même manière, un même fichier informatique peut être sauvegardé sur plus d'un appareil et mon code génétique est porté par toutes les cellules de mon corps. Ainsi, un continuant

génériquement dépendant est un continuant dont l'existence dépend génériquement de l'existence d'un continuant indépendant. Une classe d'entité X dépend génériquement d'une classe d'entités Y si et seulement si pour toute instance x de la classe X, à tout instant t, x ne peut exister à t sans qu'une certaine instance y de la classe Y n'existe également à t. Comme les exemples proposés ci-dessus le suggèrent, l'universel *Continuant génériquement dépendant* est particulièrement utile pour les entités de type informationnel retrouvées dans la Information Artifact Ontology (IAO) (Ceusters et Smith, 2015).

5.1.2 Les occurrents dans BFO

Je présente maintenant les occurrents dans BFO. Comme le montre la figure 10 ci-dessous, l'arbre des occurrents dans BFO est passablement moins peuplé que l'arbre des continuants. Un occurrent, tel que mentionné précédemment, est une entité qui a des parties temporelles. Typiquement, les occurrents sont des processus ou des événements auxquels les continuants participent. Par exemple, cette journée a des parties temporelles : on peut diviser ses différents moments en heures, en minutes, en secondes. On distingue cinq universaux sous l'universel *Occurrent* : *Processus*, *Histoire*, *Frontière de processus*, *Région spatiotemporelle* et *Région temporelle*.

Figure 10. Taxonomie des occurrents dans BFO



Un processus est un occurrent qui survient dans le temps, qui a des parties temporelles et dont l'existence dépend toujours d'au moins une entité matérielle (Arp, Smith et Spear, 2015, 121). Par exemple, la vie d'un organisme est un processus dont l'existence dépend de l'existence de cet organisme. De la même manière, un mal de tête est un processus dont l'existence dépend de l'individu

qui a mal à la tête. Un processus peut également avoir d'autres processus comme parties temporelles. Par exemple, une semaine peut être divisé en plusieurs parties plus spécifiques qui sont typiquement les journées de cette semaine. À la différence des objets, les parties d'un processus déterminent l'identité de ce processus. Par exemple, une voiture peut perdre une roue sans perdre son identité. À l'inverse, considérons la journée j_0 composée de 24 heures. La journée j_0 ne peut pas perdre des heures sans perdre son identité. Par exemple, l'entité **12_premières_heures_de_j₀** n'est pas identique à j_0 .

Une histoire un type important de processus. Elle est typiquement associée à une entité matérielle. L'histoire d'une entité matérielle est la somme de tous les processus qui ont lieu dans la région spatio-temporelle occupée par cette entité matérielle (Arp, Smith et Spear, 2015, 122). Ainsi, pour une entité matérielle donnée, il n'existe qu'un seul processus qui est l'histoire de cette entité matérielle. Prenons par exemple une voiture. Une voiture est une entité matérielle et elle occupe une région spatio-temporelle tout au long de son existence. Une voiture et ses parties participent également à de nombreux processus au courant de l'existence de cette voiture : les déplacements de cette voiture, la combustion du carburant dans le moteur de cette voiture, le mouvement des roues de cette voiture, etc. La somme de tous ces processus constitue l'histoire de cette voiture. On peut également délimiter une portion spécifique de l'histoire de cette voiture, comme l'histoire de cette voiture au cours des trois derniers mois ou l'histoire de cette voiture depuis son achat par un individu donné.

Une frontière de processus est un occurrent qui est la frontière temporelle instantanée d'un processus (Arp, Smith et Spear, 2015, 123). Autrement dit, une frontière de processus est le début ou la fin d'un processus. En raison de son caractère instantané, une frontière de processus est une partie temporelle qui n'est elle-même composée d'aucune partie temporelle. En d'autres mots, une frontière de processus est partie temporelle minimale d'un processus.

Une région spatio-temporelle est un occurrent dans lequel d'autres occurrents peuvent être situés (Arp, Smith et Spear, 2015, 123). Une région spatio-temporelle fait partie de l'ensemble de l'espace-temps et elle est définie relativement à un cadre de référence quadridimensionnel. Par exemple, la vie d'un être humain est un processus qui occupe une portion de l'espace-temps. La portion de l'espace-temps occupée par cette vie humaine est une région spatio-temporelle.

Finalement, une région temporelle est un *occurent* qui est une partie de l'ensemble du temps (Arp, Smith et Spear, 2015, 124). À la différence d'une région spatio-temporelle, qui est étendue sur les dimensions spatiales et sur la dimension temporelle, une région temporelle n'est étendue que sur la dimension temporelle. L'universel *Région temporelle* est utile pour la représentation des données temporelles. Comme dans le cas des régions spatio-temporelles, une région temporelle est définie relativement à un cadre de référence prédéterminé.

Ceci complète ma présentation des universaux de BFO. Dans la section suivante, d'autres universaux et classes seront introduits pour compléter la formalisation du risque dans BFO. Ceux-ci ne font toutefois pas partie de BFO à l'heure actuelle.

5.2 Le risque dans BFO

Je précise d'abord certains éléments qui seront utiles pour lire les figures de cette section :

- Dans les figures de cette section, les entités représentées par des encadrés rectangulaires sont des universaux ou des classes et les entités représentées par des ovales sont des particuliers.
- Une flèche qui lie deux entités représente soit un axiome impliquant deux classes ou une classe et un particulier, soit une relation entre deux particuliers. Le contenu de cet axiome ou la nature de cette relation est précisée à l'intérieur de la flèche correspondante.
- Deux quantifications seront utilisées ici : « seulement » et « au moins un ».

La quantification « seulement » peut être traduite à l'aide du quantificateur universel en logique du premier ordre. Par exemple, la notation *Disposition est_réalisée_par* seulement *Processus* signifie que si une instance de *Disposition* est réalisé, l'entité qui la réalise est toujours une instance de la classe *Processus*. On peut traduire ceci par $\forall x (Dx \supset \forall y (Rxy \supset Py))$ en logique du premier ordre, c'est-à-dire que, pour tout x, si x est une disposition, alors pour tout y, si x est réalisé par y, y est un processus.

La quantification « au moins un » correspond à la quantification existentielle en logique du premier ordre. Par exemple, la notation *Disposition inhère_dans* au moins un *Entité matérielle* signifie que l'existence d'une instance de disposition implique l'existence d'au moins une instance d'entité matérielle dans laquelle cette instance de disposition inhère. On peut traduire ceci par $\forall x (Dx \supset \exists y (Ixy \wedge My))$

en logique du premier ordre, c'est-à-dire que, pour tout x , si x est une disposition, alors il existe au moins un y tel x inhère dans y et tel que y est une entité matérielle.

Cette section est divisée en quatre parties. Je présente d'abord un modèle pour représenter les dispositions dans BFO sur la base des conclusions du troisième chapitre. Je présente ensuite un modèle pour représenter les désirs dans BFO d'après l'ontologie des désirs proposée au quatrième chapitre. Je discute ensuite de la représentation des états de choses dans BFO. Finalement, je discute de la manière dont la formalisation proposée tient compte de la dimension objective et de la dimension subjective du risque.

5.2.1 Représentation des dispositions dans BFO

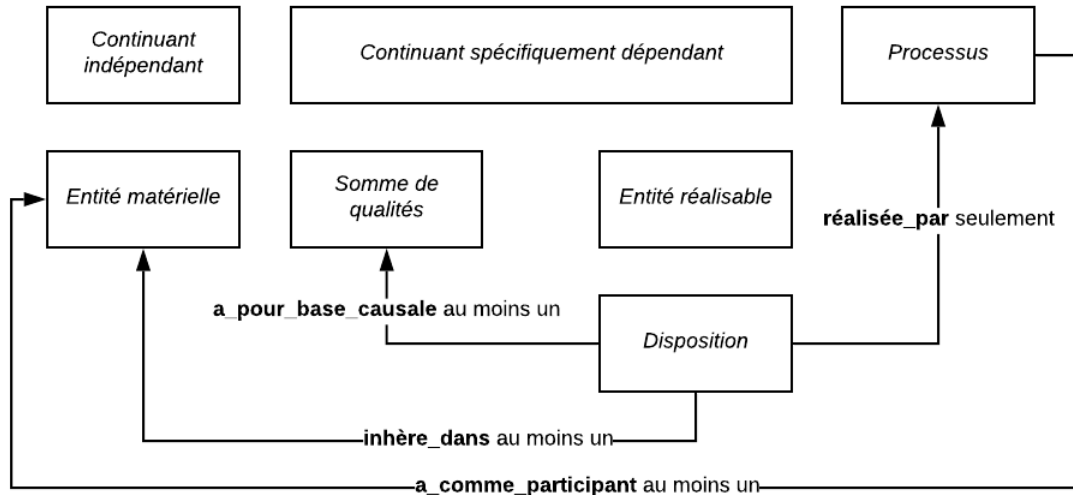
Tel que mentionné à la section précédente, l'universel *Disposition* est déjà présent dans BFO. De plus, BFO adopte le modèle général stimulus/manifestation comme conception des dispositions, à la simple différence que le couple de processus stimulus/manifestation est plutôt nommé « déclencheur/réalisation » dans BFO. Röhl et Jansen (2010, 4) ont proposé le modèle général de la figure 11 à la page suivante pour représenter les dispositions dans BFO.

Dans le modèle de la figure 11, l'entité matérielle dans laquelle la disposition inhère est le porteur de la disposition. Une disposition a également une base causale. Au troisième chapitre, j'ai mentionné que cette base causale est une propriété catégorique ou un complexe de propriétés catégoriques. Puisqu'une propriété catégorique est une qualité dans BFO, Röhl et Jansen défendent l'idée qu'une base causale est une qualité ou un complexe de qualités dans leur modèle. Finalement, l'entité matérielle qui porte une disposition participe au processus de réalisation de cette disposition.

Le modèle de Röhl et Jansen tient compte de plusieurs éléments utiles relativement à la conception du risque proposée dans ce mémoire. Il faut cependant en introduire plusieurs autres pour compléter la formalisation du risque dans BFO. D'abord, j'ai précisé au troisième chapitre qu'une disposition, d'après le déterminisme dispositionnel, est caractérisée notamment par sa classe de déclencheurs minimaux et sa classe de réalisations maximales. Rappelons 1) qu'un déclencheur minimal d'une disposition est la plus petite partie d'un déclencheur de cette disposition qui est suffisant, par interaction entre ce déclencheur minimal et la base causale de cette disposition, pour entraîner la réalisation de cette

disposition, et 2) qu'une réalisation maximale d'une disposition est la somme méréologique de tous les processus qui sont causés par l'interaction entre un déclencheur minimal et la base causale de cette disposition (Barton, Grenier, Jansen et Éthier, 2018, 119).

**Figure 11. Représentation des dispositions dans BFO
(sur la base de Röhl et Jansen, 2010)**

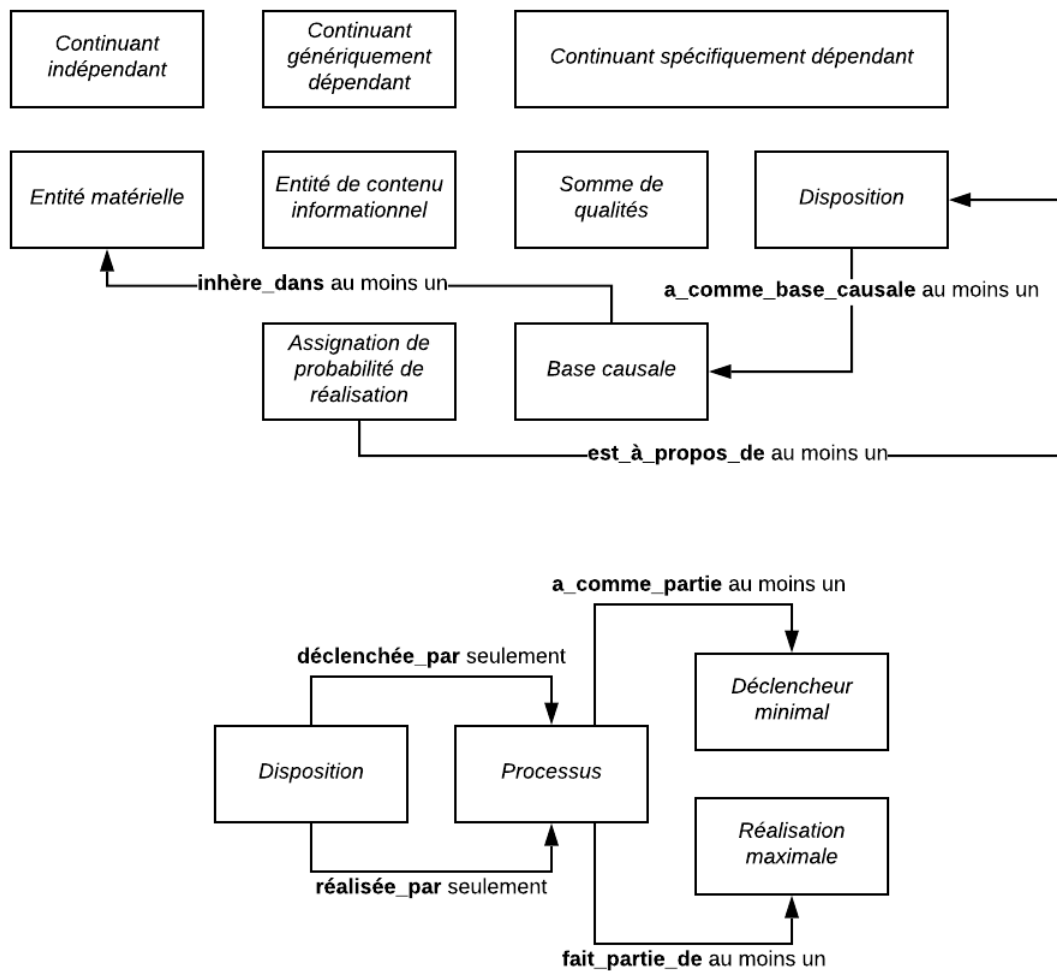


La probabilité de réalisation associée à une disposition est une probabilité subjective d'après le déterminisme dispositionnel. Il s'agit, par exemple, de l'évaluation qu'un individu fait de la probabilité de réalisation d'une disposition donnée. Il est utile, pour représenter ces probabilités, d'introduire les entités informationnelles de IAO (Ceusters et Smith, 2015). Un universel important introduit dans le cadre de IAO est *Entité de contenu informationnel*. Une entité de contenu informationnel (ECI) est une entité qui dépend génériquement d'une entité matérielle sur laquelle est concrétisée cet ECI et qui est à propos d'une autre entité. Par exemple, l'énoncé E0 « Les feuilles de cet arbre sont vertes » est une entité de contenu informationnel qui est à propos des feuilles de cet arbre, une relation appelée "aboutness relation" en anglais (Ceusters et Smith, 2015). L'énoncé E0 peut être concrétisé de plusieurs manières : par une trace écrite sur un papier, dans un fichier informatique, dans un enregistrement audio, etc.

Il a été proposé, dans le cas des risques, qu'une estimation de la probabilité d'un risque est une entité de contenu informationnel qui est à propos de ce risque (Barton et al., 2018). On peut estimer, par exemple, la probabilité qu'un risque se réalise. Cette estimation d'une probabilité est une instance de la

classe *Assignment de probabilité de réalisation*. Une assignation de probabilité de réalisation est une entité de contenu informationnel qui est à propos d'une disposition. Il n'existe une instance d'assignation de probabilité de réalisation, pour une disposition donnée, que lorsqu'il y a effectivement une évaluation de cette probabilité qui a été effectuée. Le modèle général de représentation des dispositions dans BFO est présenté dans la figure 12 ci-dessous.

Figure 12. Modèle de représentation des dispositions dans BFO



Précisons quelques éléments essentiels de la figure 12. La partie supérieure de la figure 12 spécifie les axiomes impliquant l'universel *Disposition* et certains continuateurs de BFO. La partie inférieure de la figure 12 spécifie quant à elle les axiomes impliquant l'universel *Disposition* et les classes de processus qui déclenchent et qui réalisent cette disposition. Une disposition, dans BFO, est caractérisée par un

couple de processus déclencheur/réalisation. Il faut noter que ce sont des instances de l'universel *Disposition* qui sont déclenchées et réalisées par des processus. Toutefois, il est possible que pour une disposition donnée, il n'existe aucune instance d'un déclencheur ou d'une réalisation de cette disposition. C'est pourquoi, dans la figure 12, ce sont des axiomes entre l'universel *Disposition* et différentes classes de processus qui sont spécifiées plutôt que des relations entre des instances de ces universaux. Ainsi, l'axiome *Disposition déclenchée_par* seulement (*Processus a_comme_partie* au moins un *Déclencheur minimal*) signifie que si une disposition d_0 est déclenchée par un processus t , alors t est un processus qui a comme partie un processus qui est un déclencheur minimal de d_0 ; l'axiome *Disposition réalisée_par* seulement (*Processus fait_partie_de* au moins *Réalisation maximale*) signifie que si une disposition d_0 est réalisée par un processus r , alors r fait partie d'un processus qui est la réalisation maximale de d_0 (Barton, Grenier, Jansen et Éthier, 2018).

Dans IAO, l'ontologie des entités de contenu informationnel, l'inverse de la relation **est_à_propos_de** est la relation **est_l'objet_de**. Dans la figure 12, il est indiqué qu'une assignation de probabilité de réalisation est à propos d'une disposition, mais pas que qu'une disposition est l'objet d'une assignation de probabilité de réalisation. En effet, même si une probabilité de réalisation peut être assignée à toute instance de l'universel *Disposition*, toute instance de l'universel *Disposition* n'a pas nécessairement une probabilité de réalisation qui lui est assignée. C'est pourquoi il est spécifié que *Assignation de probabilité de réalisation est_à_propos_de* au moins un *Disposition*, mais qu'il n'est pas spécifié que *Disposition est_l'objet_de* au moins un *Assignation de probabilité de réalisation* dans la figure 12. Également, ce n'est pas l'universel *Entité matérielle* qui participe au processus de réalisation d'une disposition particulière. C'est plutôt une instance de l'universel *Entité matérielle*, ici **porteur_de_** d_0 , qui participe à ce processus.

5.2.2 Représentation des désirs dans BFO

La figure 12 présente les éléments à représenter dans l'ontologie pour tenir compte de la première partie de la définition du risque proposée : un risque est une disposition. La deuxième partie de la définition indique qu'une disposition est un risque pour un agent lorsque la réalisation de cette disposition est indésirable pour un agent. Au quatrième chapitre, j'ai proposé de distinguer les désirs dispositionnels des désirs occurrents :

- Désir dispositionnel : une disposition qui peut être réalisée par un désir occurrent.
- Désir occurrent : un processus mental en vertu duquel un agent estime que quelque chose est désirable ou indésirable et qui influence causalement le comportement de cet agent. Par exemple, si un agent désire du thé de manière occurrente, il estime à ce moment désirable de boire du thé et il agit de manière à boire du thé si rien ne le contraint dans cette action.

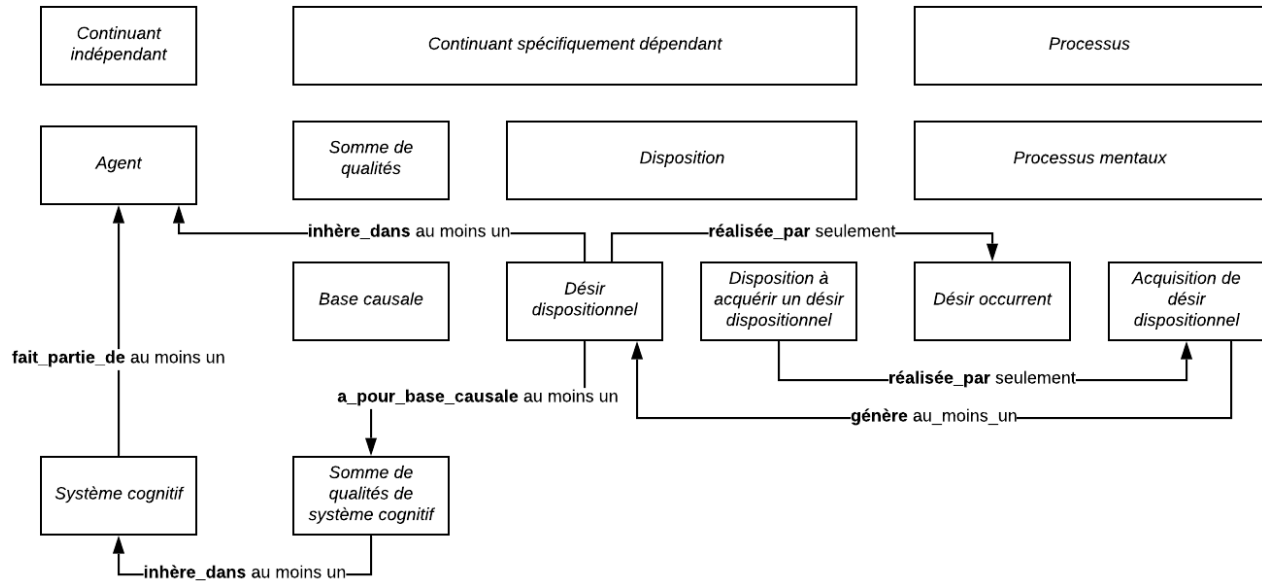
Au quatrième chapitre, j'ai également indiqué que les désirs sont des attitudes propositionnelles. Les désirs ont donc un contenu propositionnel, c'est-à-dire qu'un désir est toujours un désir que p , où p est une proposition décrivant un état possible du monde. Le contenu d'un désir peut être général ou spécifique à un contexte. Lorsque je dis que le contenu d'un désir est général, je veux dire que ce contenu s'applique à plusieurs contextes de types différents. Par « contextes de types différents », je veux dire des « états du monde de types différents ». Par exemple, supposons qu'un agent traverse la rue et qu'une voiture arrive à grande vitesse. Il y a un risque que cette voiture renverse cet agent. On peut supposer que cet agent désire de manière générale ne pas être blessé et ne pas mourir. Ces deux désirs ne dépendent pas du contexte spécifique dans lequel il se trouve : il les entretient de manière constante et ils sont pertinents dans plusieurs contextes. Il s'agit donc de désirs dispositionnels généraux. Par contre, il a également un désir spécifique de ne pas se faire renverser par cette voiture à cette intersection à ce moment précis. Ce désir est un désir dispositionnel spécifique.

Les désirs dispositionnels sont ainsi des dispositions mentales et les désirs occurrents sont des processus mentaux. Les dispositions mentales ont comme base causale une somme de qualités qui inhère dans le système cognitif d'un agent. En utilisant le modèle proposé pour représenter les dispositions dans BFO, je propose le modèle de la figure 13, à la page suivante, pour représenter les désirs dans BFO.

Certains éléments de la figure 13 diffèrent de ceux de la figure 12. D'abord, pour toute instance de la classe *Désir dispositionnel*, une instance de désir dispositionnel inhère seulement dans une instance de la classe *Agent*. Ensuite, tel que mentionné plus haut, la base causale d'un désir dispositionnel est une somme de qualités qui inhère dans le système cognitif d'un agent. Ainsi, pour toute instance de la classe *Désir dispositionnel*, une instance de désir dispositionnel a comme base causale une instance de la classe *Somme de qualités de système cognitif*. Finalement, pour toute instance de la classe *Désir*

dispositionnel, une instance de désir dispositionnel est réalisée seulement par une instance de la classe *Désir occurrent*.

Figure 13. Modèle de représentation des désirs dans BFO

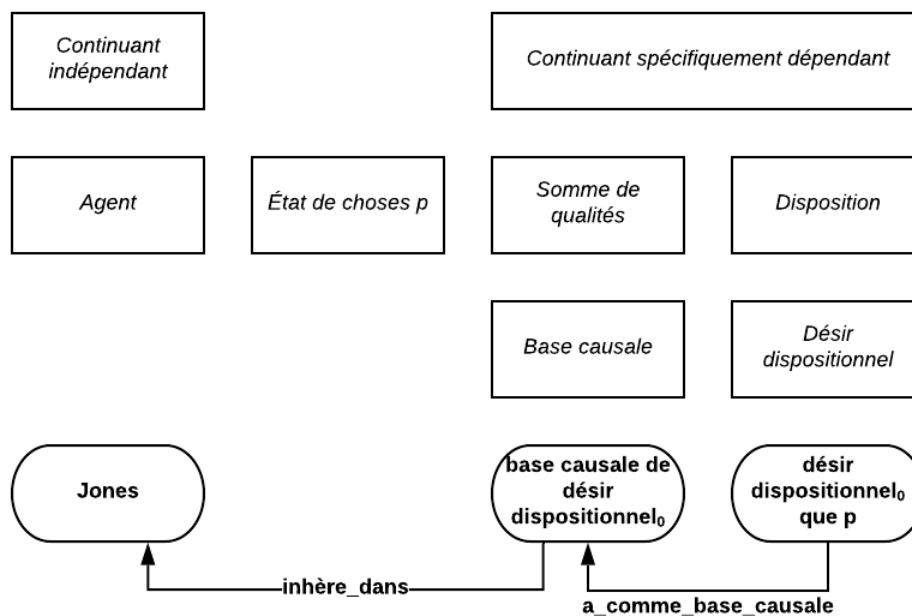


Barton, Duncan, Toyoshima et Éthier (2018) utilisent IAO dans le cadre de l'ontologie des croyances qu'ils proposent. Dans IAO, une entité de contenu informationnel est concrétisée par une qualité informationnelle (*information quality entity*). Une qualité informationnelle est en fait une qualité dans BFO. Une qualité est une propriété portée par un continuant indépendant. Par exemple, l'entité de contenu informationnel 'Sherbrooke est une ville du Québec' peut être concrétisée par une marque écrite sur une feuille de papier. Cette marque écrite est une qualité informationnelle dans IAO. Ainsi, Barton, Duncan, Toyoshima et Éthier (2018, 4) proposent que, pour un agent a_0 , la base causale d'une croyance dispositionnelle que p de a_0 a comme partie la concrétisation de l'entité de contenu informationnel ' p ' dans le cerveau de a_0 . Toutefois, dans le cas des désirs, il ne semble pas nécessaire qu'un agent soit en mesure de se représenter un état de choses pour être en mesure de désirer cet état de choses. C'est pourquoi le modèle de représentation des désirs dans BFO, dans la figure 14 à la page suivante, n'intègre actuellement pas d'entités de IAO.

Notons ici que le désir dispositionnel **désir_dispositionnel₀** peut être réalisé par plusieurs instances

d'un même type de désir occurrent au cours de l'existence de l'individu **agent₀**, comme le désir occurrent de **agent₀** pour *p* à **t₀** ou le désir occurrent de **agent₀** pour *p* à **t₁**. Par exemple, un même agent peut désirer manger un certain aliment plusieurs fois au cours de son existence. Inversement, un individu peut désirer manger un certain aliment à un instant donné et ne pas désirer manger ce même aliment à un autre instant. Ces désirs dispositionnels sont potentiellement réalisés respectivement par des désirs occurrents que *p* à différents instants et par des désirs occurrents d'éviter que *p* à d'autres instants.

Figure 14. Modèle de représentation des désirs dans BFO



Plusieurs éléments de la figure 14 gagneraient à être clarifiés, mais je me limiterai à celui qui me semble le plus essentiel ici : comment représenter un état de choses dans BFO ? En effet, on voit dans la figure 14 que la classe *État de choses p* ne se trouve sous aucune classe plus générale présentement. Tel que je l'avais expliqué avec l'exemple du joueur qui perd 400 dollars au quatrième chapitre, une conséquence indésirable pour un agent ne semble pas toujours être un processus. Certaines conséquences semblent plutôt être des états de choses. Il est donc nécessaire, dans certains cas, de pouvoir représenter des états de choses qui ne sont pas des processus dans BFO.

5.2.3 Représentation des états de choses dans BFO

Le caractère indésirable d'une conséquence pour un agent est déterminé par le contenu des dispositions à acquérir des désirs dispositionnels et le contenu des désirs dispositionnels de cet agent. Ce contenu est propositionnel. Une proposition, du moins dans les cas qui nous intéressent, décrit un état de choses. Une proposition peut cependant décrire différents types d'états de choses. Par exemple, dans BFO, la proposition « Cet individu court dans la rue » décrit un processus **course₀** auquel participe **individu₀**. La proposition « Cette pomme est rouge », quant à elle, décrit une relation entre deux continuants dans BFO : cette instance de *Rouge*, **rouge₀**, qui inhère dans cette instance de *Pomme*, **pomme₀**. Ainsi, si l'on s'en tient au cadre de BFO, des processus et des continuants sont en relation dans le premier type d'état de choses (**individu₀ participe_à course₀**), tandis que seulement des continuants sont en relation dans le second type d'état de choses (**rouge₀ inhère_dans pomme₀**).

Le premier type d'état de choses peut être représenté comme un processus dans BFO. Par exemple, l'état de choses décrit par la proposition « Cet individu court dans la rue » est une instance d'un processus de course de cet individu. De la même manière qu'une classe *Déclencheur minimal de disposition₀* et qu'une classe *Réalisation de disposition₀* ont été introduites dans la figure 11, on peut introduire une classe *Course de individu₀*¹⁰. Toutes les instances de *Course* auxquelles participent **individu₀** sont ainsi plus spécifiquement des instances de *Course de individu₀*. Le particulier **individu₀** participe à toutes les instances de *Course de individu₀* par définition.

Je propose ici qu'un état de choses du second type soit représenté comme une qualité d'un continuant indépendant à un instant donné. Cette solution a été proposée dans le cadre de l'ontologie des continuants qualifiés temporellement (Jansen et Grewe, 2014). Par exemple, la proposition « Cette pomme est rouge » décrit un état dans lequel se trouve la pomme à un instant précis. La couleur de cette pomme est cependant susceptible de changer. Bien que cette pomme soit rouge à, disons, **t₀**, il est possible qu'elle soit brune à **t₁**. Il est donc utile de préciser, dans le cas des qualités déterminables, l'instant durant lequel une qualité déterminable est une instance d'une qualité déterminée donnée. Ainsi, la couleur de **pomme₀** à **t₀**, en tant que qualité déterminable, peut ici être représentée à l'aide d'un particulier : **couleur_de_pomme₀_à_t₀**. Ensuite, la couleur de **pomme₀** à **t₀** peut être spécifiée en

¹⁰ Il faut noter que BFO n'admet pas les classes vides, c'est-à-dire les classes qui n'ont aucune instance. Puisqu'il est possible que **individu₀** ne court jamais, on devrait écrire « *Course AND a_comme_participant individu₀* » plutôt que « *Course de individu₀* » dans BFO. Je préfère ici la formulation « *Course de individu₀* » pour réduire la complexité du propos.

indiquant que **couleur_de_pomme₀_à_t₀** est une instance de l'universel *Rouge*.

Cette proposition soulève un problème d'ordre technique dans les ontologies appliquées. Il a à voir avec le fait qu'en indexant une propriété d'une entité à un instant donné, on met alors en relation trois entités. Par exemple, pour indiquer dans une ontologie que la couleur d'une pomme à t_0 inhère dans cette pomme à t_0 , il faut mettre en relation **couleur_de_pomme₀_à_t₀**, **pomme₀** et **t₀**. Le cadre OWL permet sans difficultés de représenter les relations binaires, par exemple **couleur_de_pomme₀_à_t₀ inhère_dans pomme₀**, mais il est impossible de représenter directement les relations ternaires. Il y a néanmoins des travaux qui s'intéressent à la représentation des relations ternaires dans les ontologies (cf. Alalwan et al., 2009 ; Hoehndorf et al., 2010). Puisque ce problème est d'ordre technique, je réfère le lecteur intéressé aux sources proposées.

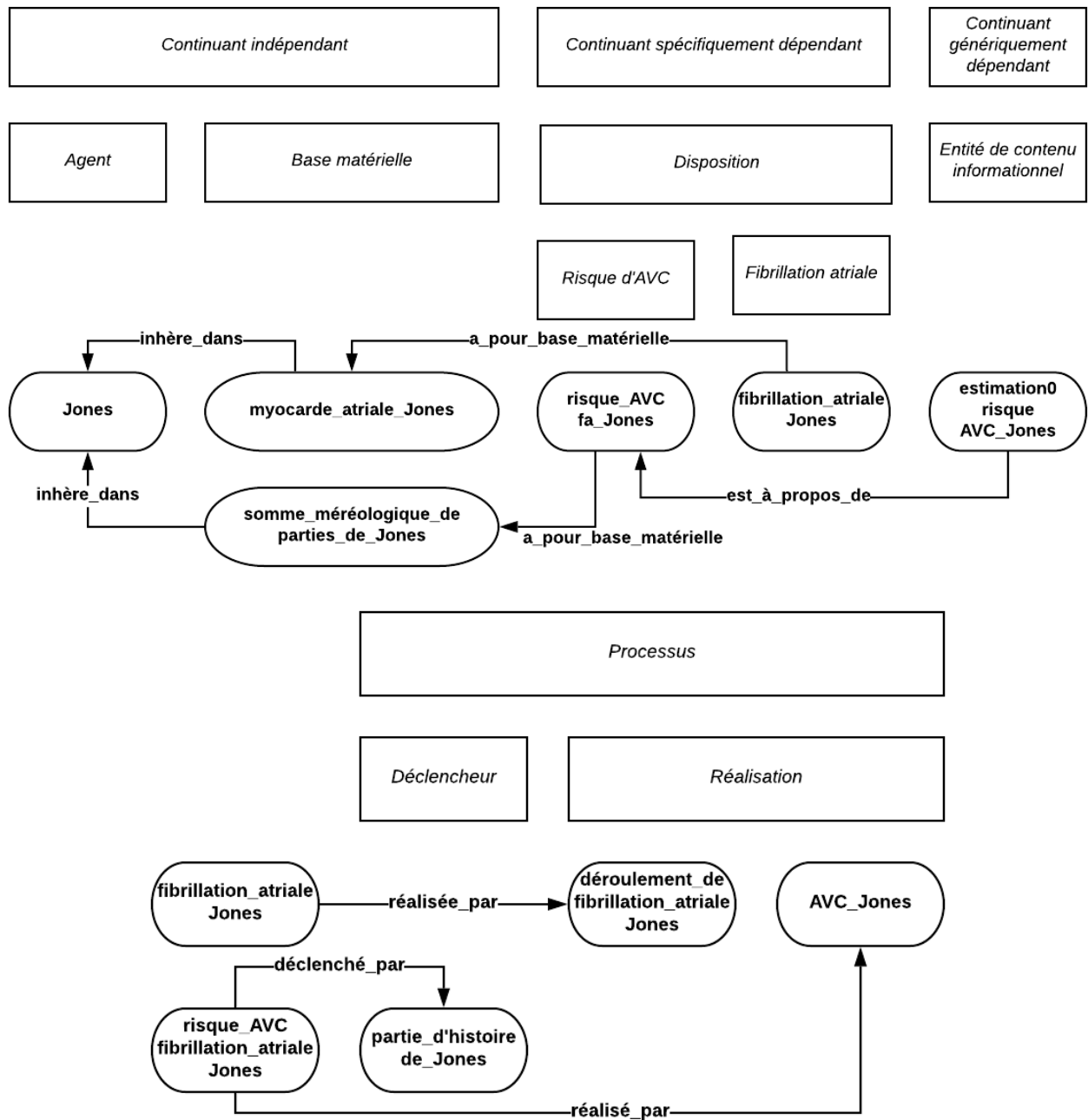
Ces quelques remarques montrent qu'il n'y a présentement pas de manière simple de représenter les états de choses dans BFO. Le problème de la représentation des états de choses dans BFO n'est toutefois pas un problème spécifique à la formalisation du risque que j'ai proposée ici, mais un problème général dans BFO. Il y a donc déjà des discussions à ce sujet parmi les chercheurs qui travaillent au développement de BFO. Pour la suite du mémoire, je m'en tiendrai à des exemples simples dans lesquels c'est un processus qui est indésirable pour un agent. La représentation de l'indésirabilité de processus pour un agent pourra être articulée avec la représentation de l'indésirabilité d'états de choses qui ne sont pas des processus lorsqu'une formalisation adéquate sera proposée dans BFO.

La distinction importante entre la réalisation d'une disposition et la réalisation d'un risque est que la réalisation d'un risque est indésirable pour un agent. Il faut donc pouvoir préciser, dans une ontologie, que la réalisation d'une disposition **d₀** est indésirable pour un agent **a₀** dans les cas où **d₀** est un risque pour **a₀**. Autrement dit, il faut pouvoir spécifier une caractéristique d'un processus dans le cadre de BFO. Ceci n'est pas un problème dans le cas des continuants. Une caractéristique d'un continuant indépendant, dans BFO, est de manière générale un continuant spécifiquement dépendant qui inhère dans ce continuant indépendant, par exemple la couleur de cette pomme qui inhère dans cette pomme. Un continuant dépendant ne peut toutefois pas inhérer dans un occurrent dans BFO.

Pour spécifier une caractéristique d'une instance de processus, Smith (2012, 480) propose de spécifier cette caractéristique au niveau de la classe dont ce processus est une instance. Par exemple, supposons une voiture **voiture₀** voyageant à une vitesse V_0 . Le processus auquel participe **voiture₀** est ici un mouvement **mouvement₀** de vitesse V_0 . Si l'on note une relation entre un occurrent et l'une de ses caractéristiques de la même manière que l'on note une relation entre un continuant indépendant et l'une de ses caractéristiques, il faudrait noter cette situation **mouvement₀ a_comme_vitesse V_0** . Ceci va toutefois à l'encontre de la nature des occurrents dans BFO car les occurrents ne peuvent pas changer ; en effet, un occurrent est un changement (Smith, 2012 ; Arp, Smith et Spear, 2015, 121-122). Ainsi, si un processus n'a pas V_0 comme vitesse, ce processus n'est pas **mouvement₀**. Pour spécifier la vitesse de **mouvement₀** dans une ontologie, Smith propose donc plutôt de noter cette situation **mouvement₀ instance_de Mouvement de vitesse V_0** . Ainsi, dans BFO, un processus **réalisation₀** qui est indésirable pour un agent **a₀** est une instance de *Processus indésirable pour a₀*. On note alors cette situation *Risque pour a₀ est_un (Disposition AND réalisée_par seulement Réalisation maximale indésirable pour a₀)*.

Une première formalisation d'un risque particulier, le risque d'accident cardiovasculaire pour les personnes ayant une fibrillation atriale, a été proposée (Barton et al, 2018). Cette formalisation est illustrée dans la figure 15 à la page suivante. Je passe outre certains détails théoriques de la figure 15 : le fait que la fibrillation atriale soit une sous-classe de *Disposition* et le fait que **fibrillation_atriale_Jones** et **risque_AVC_fibrillation_atriale_Jones** aient une base matérielle (plutôt qu'une base causale). Outre ces détails, deux éléments de la figure 15 doivent ici retenir notre attention car ils peuvent être articulés avec la formalisation plus générale du risque que je propose. D'abord, l'entité de contenu informationnel qui est à propos du risque d'AVC de Jones est une estimation de ce risque et non pas une probabilité de réalisation. Ceci permet de représenter les différentes évaluations d'un même risque dans une ontologie fondée sur BFO. Un risque peut en effet être évalué autrement qu'à l'aide d'une probabilité. On peut également être plus spécifique concernant l'origine de l'estimation du risque dont il est question. Par exemple, Barton et al. (2018) introduisent dans leur article un particulier qui est l'estimation dans une étude scientifique du risque d'AVC dans les 12 prochains mois pour une personne ayant une fibrillation atriale suivant. La source d'où est tirée l'estimation d'un risque peut alors être spécifiée dans l'ontologie.

Figure 15. Formalisation d'un risque d'AVC dans BFO (Barton et al., 2018)



Ensuite, il faut également remarquer que la disposition **risque_AVc_fibrillation_atriale_Jones** est déclenchée par une partie de l'histoire de Jones. Rappelons que l'histoire d'une entité matérielle, dans BFO, est l'ensemble des processus qui ont lieu dans l'espace spatio-temporel occupé par cette entité matérielle. Pour faire partie de l'histoire d'un agent, le processus qui déclenche un risque pour cet agent

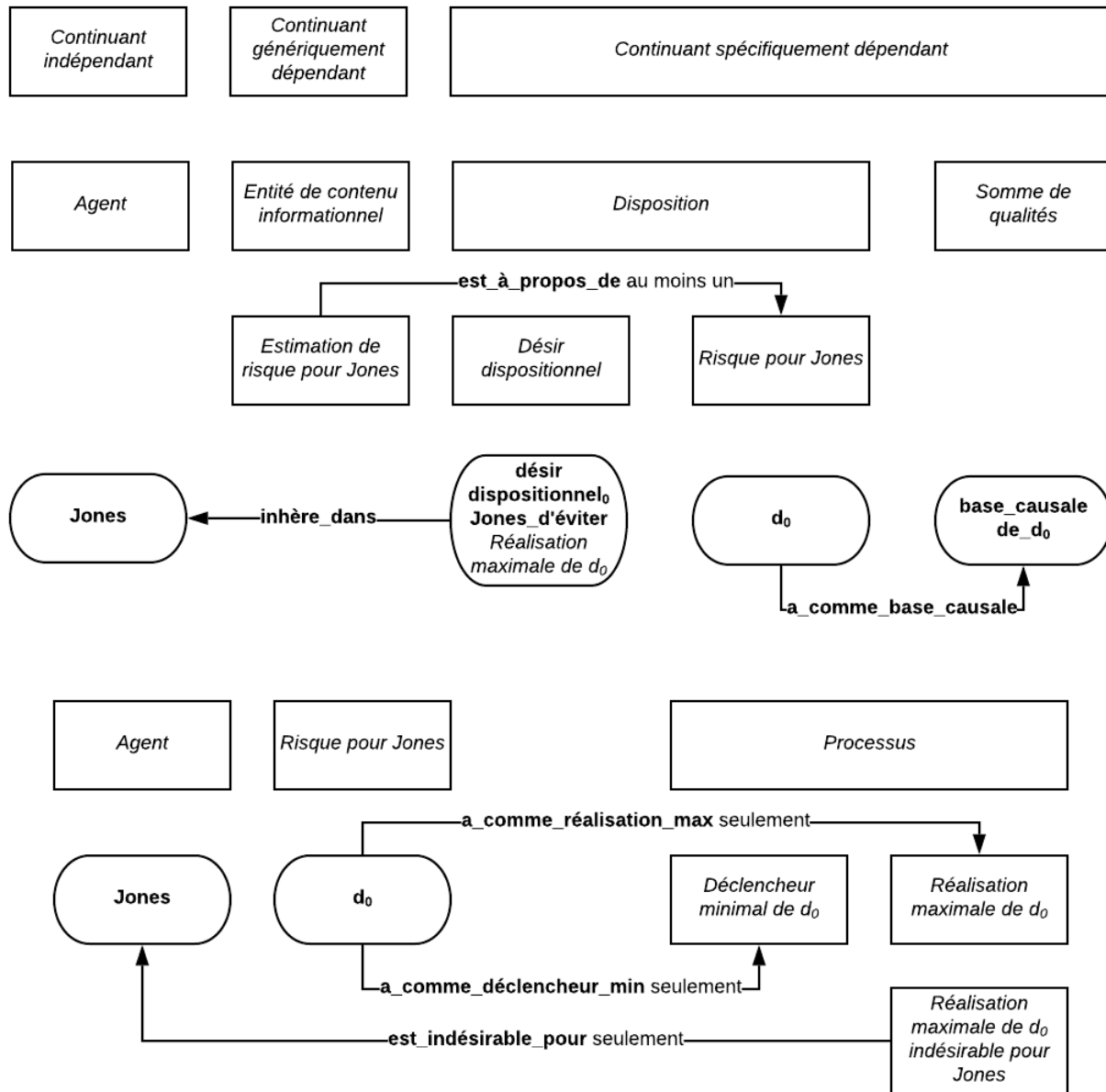
doit donc se dérouler dans une partie de l'espace spatio-temporel occupé par cet agent. Par exemple, le processus qui déclenche le risque que le plafond de cette pièce me tombe sur la tête ne fait pas partie de mon histoire, au sens de BFO, car ce processus ne se déroule pas dans la région spatio-temporelle que j'occupe.

Pour certains risques, par exemple le risque d'un agent avec une fibrillation atriale d'avoir un AVC dans les 12 prochains mois, la période de l'histoire de l'individu à l'intérieur de laquelle se trouve le déclencheur de ce risque peut aussi être spécifiée dans l'ontologie, par exemple **partie_d'histoire_Jones_12m** (Barton, Grenier et Éthier, 2018). Dans les cas où l'on sait quel type de processus déclenche une disposition qui est un risque pour un agent, ce processus est alors aussi le déclencheur de ce risque.

En intégrant ces deux éléments à la formalisation du risque que j'ai développée dans ce chapitre, on obtient le modèle général de la figure 16 (à la page suivante) pour formaliser les risques dans BFO. Pour désencombrer le modèle, je fais l'économie de certaines entités des figures précédentes dans la figure 16 : les désirs occurrents et certaines entités informationnelles.

Dans la figure 16, le particulier \mathbf{d}_0 est une instance de *Risque_pour_Jones* à certains instants et n'est pas une instance de *Risque_pour_Jones* à d'autres instants. Suivant ce que j'ai proposé au quatrième chapitre, le particulier \mathbf{d}_0 est une instance de *Risque_pour_Jones* lorsque Jones a une disposition à acquérir un désir dispositionnel d'éviter une réalisation maximale de \mathbf{d}_0 et n'a pas simultanément un désir dispositionnel qu'une réalisation maximale de \mathbf{d}_0 survienne.

Figure 16. Modèle de représentation des risques dans BFO



5.2.4 Formalisation du risque dans BFO et dimensions du risque

Il a été mentionné, au premier chapitre, qu'un particulier peut être une instance d'un certain universel à un instant donné t_0 et ne plus être une instance de ce même universel à un instant ultérieur t_1 dans le cadre de la méthode réaliste. Cette caractéristique des particuliers est centrale dans le cas des risques. En effet, une disposition, pour un agent x_i donné, peut être une instance de *Risque-pour- x_i* à un certain moment et ne plus être une instance de *Risque-pour- x_i* à un autre moment si x_i a une disposition à acquérir un désir dispositionnel d'éviter que cette disposition se réalise dans le premier cas et n'a pas

cette même disposition dans le deuxième cas.

Ce sont, rappelons-le, les dispositions à acquérir des désirs dispositionnels d'un agent qui déterminent si un état de choses est désirable ou non pour cet agent, et non les désirs occurrents de cet agent. Cet aspect du modèle proposé est essentiel car il permet de rendre compte de la dimension objective du risque. Un agent peut par exemple avoir un désir occurrent de participer à une activité sans réaliser que cette activité est dangereuse. Cet agent désire toutefois, de manière générale, éviter de se blesser. Le désir de cet agent d'éviter de se blesser est un désir dispositionnel de cet agent qui n'est présentement pas réalisé par un désir occurrent car il ne réalise pas le risque que comporte cette activité pour lui. Ainsi, même si cet agent ne sait pas que cette activité est dangereuse, cette activité comporte tout de même un risque pour cet agent en dépit de son désir occurrent d'y participer car il a une disposition à acquérir un désir dispositionnel de ne pas participer à cette activité.

Cette idée va à présent être illustrée à l'aide d'exemples :

- Imaginons, par exemple, que l'agent **Paul** se trouve dans une pièce. Le plafond **plafond₀** de cette pièce est endommagé et possède la disposition **instabilité₀**. Il est donc possible que **plafond₀** s'effondre. Autrement dit, il est possible que **instabilité₀** se réalise par un processus de type *Effondrement*. Si **Paul** a une disposition à acquérir un désir dispositionnel d'éviter que **plafond₀** s'effondre lorsqu'il est dans cette pièce (ou plus généralement d'éviter d'être blessé), alors **instabilité₀** est une instance de *Risque-pour-Paul* lorsque **Paul** se trouve dans cette pièce (même dans le cas où Paul ignore que **instabilité₀** existe).
- Supposons maintenant que **Paul** sorte de la pièce et devienne indifférent quant à l'effondrement possible de **plafond₀**. À ce moment, puisque **Paul** n'a plus un désir d'éviter que **plafond₀** s'effondre, **instabilité₀** n'est plus une instance de *Risque-pour-Paul*, mais **instabilité₀** continue cependant à exister.
- Supposons à présent que **Paul** et **Daniel** ont chacun une disposition à acquérir un désir dispositionnel d'éviter que **plafond₀** s'effondre. La disposition **instabilité₀** est alors une instance de *Risque-pour-Paul* et un *Risque-pour-Daniel*.
- Supposons maintenant que **Paul** n'ait pas une disposition à acquérir un désir dispositionnel d'éviter que **plafond₀** s'effondre ; compte tenu que **Daniel** a toujours une disposition à acquérir

un désir dispositionnel d'éviter que **plafond**₀ s'effondre, **instabilité**₀ serait toujours une instance de *Risque-pour-Daniel*, mais ne serait plus une instance de *Risque-pour-Paul*. Ceci s'accorde bien avec l'idée que le statut de risque d'une disposition donnée dépend des désirs d'un agent.

La notion de « disposition à acquérir un désir dispositionnel » permet ainsi de tenir compte des cas dans lesquels un agent x_i ignore qu'il existe une disposition d_i qui est un risque pour lui. En effet, un agent peut ignorer qu'il se trouve dans une situation où un événement indésirable pour lui pourrait survenir. Par exemple, imaginons que **Paul** passe sous **plafond**₀, mais ignore que le plafond soit aussi instable – autrement dit, il ignore l'existence de la disposition **instabilité**₀. Malgré cela, **instabilité**₀ est tout de même un *Risque-pour-Paul* au moment où **Paul** passe dans la salle.

Imaginons à présent une personne particulière, **Marie**, qui a une amie, **Brigitte**. **Marie** est en voiture sur l'autoroute et sa voiture est déséquilibrée : elle a la disposition **déséquilibre**₀ à dévier significativement de sa trajectoire. La disposition **déséquilibre**₀ serait réalisée, entre autres, par un processus de type *Accident*. Dans cette situation, on peut supposer que **Marie** et **Brigitte** estimeraient indésirable que **déséquilibre**₀ soit réalisée par un processus de type *Accident*. D'après les définitions proposées, **déséquilibre**₀ serait donc une instance de *Risque-pour-Marie* et de *Risque-pour-Brigitte*. La disposition **déséquilibre**₀ est réalisée par un accident de voiture dans lequel est impliqué Marie. Pour Marie, cet accident est indésirable parce qu'elle pourrait se blesser, voire de mourir ; pour Brigitte, il s'agit du risque de perdre son amie Marie dans cet accident. Ainsi, **déséquilibre**₀ est un risque tant pour Marie que pour Brigitte ; cependant, une réalisation de **déséquilibre**₀ n'est pas indésirable pour Marie et pour Brigitte en vertu des mêmes raisons.

Qu'en est-il si **Marie** n'estime pas que la réalisation de **déséquilibre**₀ est indésirable ? Par exemple, **Marie** a besoin d'argent et elle aimerait avoir un accident pour pouvoir faire une réclamation d'assurances. Elle estime alors qu'une réalisation de **déséquilibre**₀ serait désirable. Dans ce cas, **déséquilibre**₀ n'est alors pas un *Risque-pour-Marie*. Si **Marie** estime, pour une raison ou pour une autre, que la réalisation de **déséquilibre**₀ est désirable, est-ce que **Brigitte** devrait ici également estimer que la réalisation de **déséquilibre**₀ est désirable ? Dans le cas qui nous occupe, **Brigitte** peut estimer que la réalisation possible de **déséquilibre**₀ est indésirable indépendamment de l'avis de **Marie**, car les raisons pour lesquelles la réalisation de **déséquilibre**₀ est indésirable pour **Brigitte** sont indépendantes

des raisons de **Marie** (**Brigitte** peut s'inquiéter pour la sécurité de son amie même si cette dernière préfère recevoir de l'argent).

Il faut également souligner que dans la formalisation proposée, une disposition n'est jamais essentiellement un risque. Tel que la définition proposée l'indique, un risque est une disposition. Cependant, comme les exemples de cette section le montrent, une disposition n'est pas toujours un risque. En effet, tant que les réalisations possibles d'une disposition ne sont pas indésirables pour un agent, il ne semble pas y avoir de raison d'appeler cette disposition un « risque ». Par exemple, la disposition du plafond d'une cabane abandonnée à s'écrouler n'est pas davantage un risque intrinsèque que la disposition d'une allumette à s'enflammer ou que la disposition d'un tiroir à s'ouvrir. Ces dispositions deviennent des risques seulement lorsque leurs conséquences sont indésirables pour un agent. Ainsi, une disposition est une propriété essentielle et intrinsèque portée par une entité ; un risque est une caractéristique accidentelle d'une entité qui est le résultat d'une valuation extrinsèque par un agent.

Conclusion

Ce mémoire est une contribution à deux domaines d'études. D'une part, j'ai proposé, dans ce mémoire, une conception ontologique du risque comme disposition sur la base d'une analyse philosophique des différentes conceptions défendues dans la littérature. Ce mémoire est donc une contribution au domaine de l'ontologie du risque. D'autre part, j'ai proposé, sur la base de cette conception ontologique du risque, une formalisation du risque au sein de l'ontologie de haut niveau BFO, utilisée notamment dans le domaine biomédical dans le cadre de la OBO Foundry. Ce mémoire est donc également une contribution pratique aux ontologies appliquées du domaine biomédical. La formalisation du risque proposée pourrait également être utilisée dans des ontologies appliquées d'autres domaines, comme l'ingénierie.

Comme je l'ai montré au deuxième chapitre, de nombreuses disciplines des horizons les plus divers prennent le risque comme objet d'étude : la sociologie, la psychologie, la philosophie, les sciences naturelles, l'ingénierie, etc. En philosophie, on peut également distinguer plusieurs angles d'analyse du risque, par exemple les questions relatives à l'éthique du risque, les questions d'épistémologie concernant les risques et, l'angle adopté dans ce mémoire, l'ontologie du risque. Certains domaines se consacrent même spécifiquement à l'étude des risques, par exemple le domaine de l'analyse des risques, le domaine de la gestion des risques et le domaine de la communication des risques. Le risque est ainsi un objet d'étude transdisciplinaire et multidimensionnel.

Pourquoi tant de disciplines s'intéressent-elles à l'étude des risques ? Loin de moi l'idée de donner ici une réponse exhaustive à cette question, mais une partie de la réponse est probablement fondée sur le fait que les risques sont protéiformes. J'avais annoncé, en introduction, que les risques sont omniprésents dans le domaine biomédical : risques de maladie, risques chirurgicaux, effets secondaires, prédispositions génétiques, etc. En fait, il serait plus juste de dire que les risques sont aujourd'hui omniprésents dans pratiquement toutes les sphères de nos sociétés, à tel point que Beck annonçait, en 1986, que nous vivons aujourd'hui dans une société du risque. En effet, on peut distinguer à l'heure actuelle de nombreux types de risque étudiés par diverses disciplines : risques environnementaux, risques économiques et financiers, risques pour la santé, risques technologiques, et bien d'autres.

Malgré cette grande diversité de types de risque, les risques partagent des traits communs que j'ai présentés au cours du mémoire. D'abord, un risque a un caractère indésirable : lorsque qu'il y a un risque de quelque chose, nous souhaitons éviter que le quelque chose en question survienne. Compte tenu que ce sont des agents qui souhaitent éviter que le quelque chose en question survienne, le risque a un aspect subjectif. Ensuite, un risque a un caractère possible et incertain : lorsqu'il y a un risque de quelque chose, il n'est pas garanti que le quelque chose en question surviendra. Cette possibilité incertaine de l'événement qu'implique l'existence d'un risque peut survenir que nous soyons informés de l'existence de ce risque ou non : le risque a donc aussi un aspect objectif.

La littérature en ontologie du risque a longtemps été divisée sur la question du statut ontologique du risque : un risque est-il une entité subjective ou une entité objective ? En effet, l'opposition entre l'aspect subjectif et l'aspect objectif du risque a été considérée comme une antinomie : soit le risque est une entité subjective, soit le risque est une entité objective, et le risque ne peut pas à la fois être l'un et l'autre. Dans ce mémoire, j'ai proposé de dépasser cette question en caractérisant le risque non pas d'après son statut ontologique subjectif ou objectif, mais en distinguant deux traits supplémentaires du risque comme entité *tout court*. Un risque pour un agent est une disposition particulière qui existe indépendamment de la connaissance que cet agent a de son existence : il s'agit de la dimension objective du risque. Le statut de risque pour cet agent de cette disposition dépend toutefois de certaines des attitudes de cet agent, plus précisément des désirs de cet agent : il s'agit de la dimension subjective du risque.

On peut finalement ajouter à ces cinq traits le fait qu'un risque a également un aspect causal : puisque l'existence d'un risque suppose la possibilité incertaine d'un futur indésirable, il doit y avoir une relation causale entre des éléments actuels du monde et ce futur indésirable lorsque ce dernier survient. Une conception ontologique adéquate du risque doit ainsi tenir compte de ces six traits du risque : son caractère indésirable, son caractère possible, son caractère incertain, sa dimension subjective, sa dimension objective et son aspect causal.

Dans ce mémoire, j'ai défini un risque pour un agent donné comme une disposition dont la manifestation est indésirable pour cet agent. Les dispositions, au sens adopté dans ce mémoire,

partagent en effet plusieurs traits avec les risques : le caractère possible, le caractère incertain, la dimension objective et l'aspect causal. C'est ensuite en mettant une disposition en relation avec les attitudes d'un agent que ces quatre aspects peuvent être conciliés avec le caractère indésirable et la dimension subjective du risque dans une seule et même définition du risque. Ceci a été réalisé dans ce mémoire car la manifestation d'une disposition est indésirable pour un agent en vertu des désirs de cet agent. Autrement dit, un risque pour un agent est une disposition qui entretient une relation avec les désirs de cet agent. En conciliant les six traits du risque que j'ai dégagés, la conception du risque comme disposition permet de dépasser le débat sur le statut ontologique subjectif ou objectif du risque.

Sur la base de cette conception ontologique du risque, j'ai proposé une formalisation du risque au sein des ontologies appliquées du domaine biomédical. Les ontologies appliquées sont des outils informatiques de classification et de représentation des entités de différents domaines qui permettent notamment de faciliter l'échange de données entre des systèmes d'information différents. Dans le domaine biomédical, on peut distinguer, de manière générale, deux milieux : le milieu clinique et le milieu de la recherche. Dans ces deux milieux, on retrouve une grande diversité de systèmes d'information dans lesquels sont stockés de nombreuses données. Dans le milieu clinique, les médecins recueillent entre autres des données médicales auprès de leurs patients. Il serait utile que les données médicales recueillies par un médecin auprès d'un patient dans un hôpital et stockées dans le système d'information de cet hôpital puissent être facilement transférées au système d'information d'un autre hôpital, par exemple dans le cas d'un transfert de dossier. Il serait également utile que ces données médicales puissent être facilement transférées aux systèmes d'information du milieu de la recherche afin de produire de nouvelles connaissances. En retour, le transfert de ces nouvelles connaissances aux systèmes d'information du milieu clinique permettrait d'améliorer les soins de santé.

Bien entendu, dans le grand projet d'envergure internationale de l'informatisation des soins de santé, je ne propose dans ce mémoire qu'un infime morceau du casse-tête. Il constitue néanmoins une base solide et philosophiquement informée pour les développements subséquents de la formalisation du risque dans les ontologies appliquées. J'espère ainsi qu'il inspirera tant les recherches philosophiques sur l'ontologie du risque que les recherches pratiques sur la formalisation du risque en ontologie appliquée.

Bibliographie

- Alalwan, N. et al., 2009. Generating OWL Ontology for Database Integration, *2009 Third International Conference on Advances in Semantic Processing*, 22-31.
- Anjum, R. L. et S. Mumford, 2017. Mutual Manifestation and Martin's Two Triangle. In Jacobs, J.D. (éd.), *Causal Powers*, New York : Oxford University Press, 77-89.
- Aristote. *Métaphysique*, traduit par Marie-Paule Duminil et Annick Jaulin, Paris : Éditions Flammarion, 2008.
- Armstrong, D.M., 1978. *Universals and Scientific Realism*, 2 volumes, Cambridge : Cambridge University Press.
- Arp, R., Smith, B. et A. D. Spear, 2015. *Building Ontologies with Basic Formal Ontology*, Cambridge, Massachusetts : The MIT Press.
- Aven, T., 2011. The risk concept – historical and recent development trends, *Reliability Engineering and System Safety*, 99, 33-44.
- Aven, T. et al., 2018. *Society for Risk Analysis Glossary*, Society for Risk Analysis, URL = <https://sra.org/sites/default/files/pdf/SRA%20Glossary%20-%20FINAL.pdf>.
- Barton, A., Burgun, A. et R. Duvauferrier, 2012. Probability assignments to dispositions in ontologies. In Donnelly, M. et G. Guizzardi (éds.), *Proceedings of the 7th International Conference on Formal Ontology in Information Systems (FOIS)*, IOS Press, Amsterdam, 3-14.
- Barton, A., Duncan, W., Toyoshima, F. et J-F. Éthier, 2018. First Steps Towards an Ontology of Belief. In Porello, D., Masolo, C., Schneider, S., Jansen, L., Radicioni, D.P. et Gromann, D. (éds.), *Proceedings of the Joint Ontology Workshop (JOWO-2018), Second International Workshop on Epistemology in Ontology (EPINON II)*, 1-5.
- Barton, A., Grenier, O., Jansen, L. et J-F. Éthier, 2018. The identity of dispositions. In *Proceedings of the 10th International Conference on Formal Ontology in Information Systems (FOIS 2018)*, IOS Press, 1-14.
- Barton, A., Jansen, L., Rosier, A. et J-F. Éthier, 2018. What is a risk? A formal representation of risk of stroke for people with atrial fibrillation, *Proceedings of the 8th International Conference on Biomedical Ontologies*, Newcastle, Royaume-Uni, 1-6.
- Barton, A. et A. Rosier, 2016. Ontologies appliquées biomédicales et ontologie philosophique : un développement complémentaire, *Lato Sensu, revue de la Société de philosophie des sciences*, 3(1), 1-8.
- Barton, A., Rovetto, R. et R. Mizoguchi, 2014. Newtonian Forces and Causation : A Dispositional Account. In *Proceedings of the 8th International Conference on Formal Ontology in Information Systems (FOIS 2014)*, IOS Press, 157-170.

- Beck, U., 1986. *La société du risque : sur la voie d'une autre modernisation*, Paris : Éditions Flammarion.
- Berkeley, G., 1948-1957. *The Works of George Berkeley*, édité par A. A. Luce et T. E. Jessop, 9 volumes, Londres et Édinburgh : Thomas Nelson and Sons.
- Bernstein, P.L., 1996. *Against the Gods : The Remarkable Story of Risk*, New York : John Wiley and Sons.
- Binmore, K., 2009. *Rational Decisions*, Princeton et Oxford : Princeton University Press.
- Bird, A., 2007. *Nature's Metaphysics : Laws, and Properties*, New York : Oxford University Press.
- Bobillo, F. et U. Straccia, 2016. The fuzzy ontology reasoner fuzzyDL, *Knowl.-Based Syst.*, 95, 12-34, DOI = <<http://dx.doi.org/10.1016/j.knowsyst.2015.11.017>>.
- Boholm, A. et H. Corvellec, 2010. A Relational Theory of Risk, *Journal of Risk Research*, 14(2), 175-190. DOI = <[10.1080/13669877.2010.515313](https://doi.org/10.1080/13669877.2010.515313)>.
- Bouchard, Y., 2015. *Calcul en logique du premier ordre*, Canada : Presses de l'Université du Québec.
- Bradbury, J., 1989. The policy implications of differing concepts of risk, *Science, Technology and Human Values*, 14(4), 380-399.
- Braithwaite, R.B., 1932-1933. The nature of believing, *Proceedings of the Aristotelian Society*, 33, 129-146.
- Brunet, S. et N. Schiffino, 2012. Chapitre 6 : La diversité des notions de risque. In Fallon, C. et al. *Articuler risques, planification d'urgence et gestion de crise*, De Boeck Supérieur « Crisis », 101-114.
- Calvanese, D. et al., 2015. Ontop : Answering SPARQL Queries over Relational Databases, *Sem. Web. Journal*.
- Chakravartty, A., (2017a). Saving the Scientific Phenomena : What Powers Can and Cannot Do. In Jacobs, J.D. (éd.), *Causal Powers*, New York : Oxford University Press, 24-37.
- Chakravartty, A., (2017b). Scientific Realism, *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Summer 2017 Edition), Edward N. Zalta (éd.), URL = <<https://plato.stanford.edu/archives/sum2017/entries/scientific-realism/>>.
- Choi, S. et M. Fara, 2018. Dispositions, *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Fall 2018 Edition), Edward N. Zalta (éd.), URL = <<https://plato.stanford.edu/archives/fall2018/entries/dispositions/>>.
- Church, A. 1936. An Unsolvable Problem of Elementary Number Theory, *American Journal of Mathematics*, 58(2), 345-363.
- Collingwood, R. G., 1924. *Speculum Mentis, or The Map of Knowledge*. Oxford : Clarendon Press.

- Davidson, D., 1963. Actions, reasons, and causes, *The Journal of Philosophy*, 60(23), 685-700.
- Davidson, D., 1982. Rational Animals, *Dialectica*, 36(4), 317-327.
- De Finetti, B., 1937. La prévision : ses lois logiques, ses sources subjectives, *Annales de l'Institut Henri Poincaré*, 7, 1-68.
- De Giacomo, G. et al., 2012. MASTRO : A reasoner for effective ontology-based data access. In Horrocks, I., Yatskevich, M. et E. Jiménez-Ruiz (éds.), *ORE*, volume 858 des *CEUR Workshop Proceedings*, CEUR-WS.org.
- De Moivre, A., 1718. *The Doctrine of Chances : or, A Method of Calculating Probabilities of Events in Play*, Londres : imprimé pour A. Millar, dans le Strand.
- Dennett, D., 1989. *The Intentional Stance*, Cambridge, Massachusetts : The MIT Press.
- Douglas, M. et A. Wildavsky, 1983. *Risk and Culture : An Essay on the Selection of Technological and Environmental Dangers*, Californie : University of California Press.
- Dunham, J., Hamilton Grant, I. et S. Watson, 2011. *Idealism : The History of a Philosophy*, Londres : Acumen.
- Epstein, B., 2018. Social Ontology, *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Summer 2018 Edition), Edward N. Zalta (éd.), URL = <<https://plato.stanford.edu/archives/sum2018/entries/social-ontology/>>.
- Esfeld, M., 2011. Causal Realism. In Dieks, D. et al. (éds.). *Probabilities, Laws, and Structures*, Springer, Dordrecht.
- Ewing, A.C., 1934. *Idealism : A Critical Survey*, Londres : Methuen.
- Fischhoff, B. et J. Kadvany, 2011. *Risk : A Very Short Introduction*, New York : Oxford University Press.
- Foucault, M., 1984. The Politics of Health in the eighteenth century. In Rabinow, P. (éd.), *The Foucault Effect : Studies in Governmentality*, Londres : Harvester/Wheatsheaf.
- Giddens, A., 1999. *A Runaway World : How Globalisation is Reshaping Our Lives*, Londres : Profile Books, 21-22, 35.
- Gilbert, M., 1987. Modelling Collective Belief, *Synthese*, 73(1), 185-204.
- Glimm et al., 2014. HerMiT : An OWL 2 Reasoner, *Journal of Automatic Reasoning*, 53, 245-269.
- Gómez-Pérez, A., 2001. Evaluation of Ontologies, *International Journal of intelligent systems*, 16(3), 10:1-10:36.

Gómez-Pérez, A., 2004. Ontology Evaluation. In Staab, S. et R. Studer (éds.). *Handbook on Ontologies*, Springer-Verlag, 251-274.

Grenier, O. et A. Barton, en révision. Une conception dispositionnelle du risque, *Lato Sensu*.

Grier, M., 2018. Kant's Critique of Metaphysics, *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Summer 2018 Edition), Edward N. Zalta (éd.), URL = <https://plato.stanford.edu/archives/sum2018/entries/kant-metaphysics/>.

GRIIS, (2016-2018). *À propos du GRIIS*, Groupe de recherche interdisciplinaire en informatique de la santé, consulté le 30 juin 2019, URL = <https://griis.ca/>.

Grobe, S.J., 2005. INCP Version 1 : International Classification for Nursing Practice – A Unified Nursing Language System, URL = <https://www.nicecomputing.ch/nieurope/s%20Grobe%20INCP.pdf>, cité dans Arp, R., Smith, B. et Spear, A.D. (2015).

Guizzardi, G. et G. Wagner, 2010. Using the Unified Foundational Ontology (UFO) as a Foundation for General Conceptual Modeling Languages. In Poli, R., Healy, M.J., et A.D. Kameas (éds.), *Theory and Application Ontology : Computer Applications*, Springer, 175-196.

Guyer, P. et R-P. Hortsman, 2018. Idealism, *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Winter 2018 Edition), Edward N. Zalta (éd.), URL = <https://plato.stanford.edu/archives/win2018/entries/idealism/>.

Guzzini, S., 2017. Power and Cause, *Journal of International Relations and Development*, 737-759, DOI = <https://doi.org/10.1057/s41268-016-0002-z>.

Haigh, J., 2012. *Probability : A Very Short Introduction*, New York : Oxford University Press.

Hájek, A., 2012. Interpretations of Probability, *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Winter 2012 Edition), Edward N. Zalta (éd.), URL = <https://plato.stanford.edu/archives/win2012/entries/probability-interpret/>

Hansson, S.O., 2018. Risk, *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Fall 2018 Edition), Edward N. Zalta (éd.), URL = <https://plato.stanford.edu/archives/fall2018/entries/risk/>.

Hansson, S.O. et T. Grüne-Yanoff, 2017. Preferences, *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Summer 2018 Edition), Edward N. Zalta (éd.), URL = <https://plato.stanford.edu/archives/sum2018/entries/preferences/>.

Hastings, J. et al., 2012. Representing mental functioning : Ontologies for mental health and disease, *3rd International Conference on Biomedical Ontology (ICBO 2012)*, Graz, Autriche : Université de Graz, 1-5.

Hausman, D.M., 2011. *Preference, Value, Choice, and Welfare*, Cambridge, Massachusetts : Cambridge University Press.

Hegel, G.W.F., 1807. *Phenomenology of the Spirit*, traduit par Arnold V. Miller, Oxford : Clarendon Press, 1977.

Herre, H., 2010. General Formal Ontology (GFO) : A Foundational Ontology for Conceptual Modelling, *Handbook of Theory and Application of Ontologies*, Springer-Verlag.

Hetherington, S., 2019. Faillibilism, *Internet Encyclopedia of Philosophy*, Fieser, J. et B. Dowden (éds.), URL = <<https://www.iep.utm.edu/eds/>>.

Hilgartner, S., 1992. The Social Construction of Risk Objects : or, How to Pry Open Networks of Risk. In Short, J. et L. Clarke (éds.). *Organizations, Uncertainties, and Risk*, Boulder, CO : Westview Press, 39-53.

Hoehndorf, R. et al., 2010. Relation as patterns : bridging the gap between OBO and OWL, *BMC Informatics*, 11(441).

Horrocks, I., 2005. OWL : A Description Logic Based Ontology Language. In van Beek, P. (éd.), *Principles and Practice of Constraint Programming – CP2005*. CP 2005. Lectures Notes in Computer Science, 3709, Berlin, Heidelberg : Springer.

Jacobs, J.D., 2017. *Causal Powers*, New York : Oxford University Press.

Jansen, L., 2007. Tendencies and other Realizables. In Medical Information Sciences, *The Monist*, Special Issue on Biomedical Ontologies, DOI = <<https://doi.org/10.5840/monist200790436>>.

Jansen, L. et N. Grewe, 2014. Butterflies and Embryos : The Ontology of Temporally Qualified Continuants. In Jansen, L. et al. (éds.), *Proceedings of the 6th Workshop of the GI Workgroup on Ontologies in Biomedicine and Life Sciences (OBML)*, Ontologies and Data in Life Sciences (ODLS 2014), Université de Leipzig, Article E, 1-5.

Kant, I., 1781/87. *Critique of Pure Reason*, traduit par Paul Guyer et Allen W. Wood, Cambridge : Cambridge University Press, 1998.

Kaplan, S. et B.J. Garrick, 1981. On the Quantitative Definition of Risk, *Risk Analysis*, 1(1), 11-27.

Kermisch, C., 2012. Vers une définition multidimensionnelle du risque, *[Vertigo] La revue électronique en sciences de l'environnement*, 12(2). URL = <<http://journals.openedition.org/vertigo/12214>>.

Klement, K.C., 2006. Propositional Logic, *Internet Encyclopedia of Philosophy*, Fieser, J. et B. Dowden (éds.), URL = <<https://www.iep.utm.edu/prop-log/>>.

Klima, G., 2017. The Medieval Problems of Universals, *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Winter 2017 Edition), Edward N. Zalta (éd.), URL = <<https://plato.stanford.edu/archives/win2017/entries/universals-medieval/>>.

Knight, F.H., 1921. *Risk, Unvertainty and Profit*, Chicago : University of Chicago Press.

- Kolmogorov, A., 1933. *Foundations of Probability*, New York : Chelsea Publishing Company.
- Lepage, F., 2010. *Éléments de logique contemporaine*, Canada : Les Presses de l'Université de Montréal.
- Le Robert, 2012. Nouvelle édition millésime 2012.
- List, C. et P. Pettit, 2011. *Group Agency : The Possibility, Design, and Status of Corporate Agents*, Oxford : Oxford University Press.
- Lowe, E.J., 2002. *A Survey of Metaphysics*, Oxford : Oxford University Press.
- Lupton, D., 2013. *Risk : Second Edition*, New York : Routledge.
- Mackie, J.L., 1973. *Truth, Probability and Paradox : Studies in Philosophical Logic*, Oxford : Clarendon Press.
- Madnick, S., 1999. Metadata Jones and the tower of Babel : The challenge of large-scale semantic heterogeneity, *Proceedings of the 1999 IEEE Metadata Conference*.
- Marcus, R.B., 1990. Some revisionary proposals about beliefs and believing, *Philosophy and Phenomenological Research*, 50, 132-153.
- Martin, C.B., 2008. *The Mind in Nature*, New York : Oxford University Press.
- Maskin, E.S., 2012. Foreword to the third edition. In Arrow, Kenneth J., *Social Choice and Individual Values*, New Haven et Londres : Yale University Press, 7-19.
- Masolo, C. et al., 2002. WonderWeb Deliverable D17. The WonderWeb Library of Foundational Ontologies and the DOLCE ontology, URL = <<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.11.4243&rep=rep1&type=pdf>>.
- McKittrick, J., 2010. Manifestation as Effects. In Marmodoro, A. (éd.). *The Metaphysics of Powers : Their Grounding and their Manifestation*, New York : Routledge, 73-83.
- McTaggart, J.M.E., 1921-7. *The Nature of Existence*, 2 volumes, Cambridge : Cambridge University Press.
- Mendez, J., 2012. jcel : a modular rule-based reasoner. In Horrocks, I., Yatskevich, M. et E. Jiménez-Ruiz (éds.), *ORE*, volume 858 des *CEUR Workshop Proceedings*, CEUR-WS.org.
- Miller, A., 2016. Realism, *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Winter 2016 Edition), Edward N. Zalta (éd.), URL = <<https://plato.stanford.edu/archives/win2016/entries/realism/>>.
- Mumford, S., 1998. *Dispositions*, New York : Oxford University Press.

Munn, K., 2008. Introduction : What is Ontology For? In Munn, K. et B. Smith (éds.). *Applied Ontology : An Introduction*, Heusentstamm : Ontos Verlag, 7-19.

Nussbaum, M.C., 2000. *Women and Human Development : The Capabilities Approach*, New York : Cambridge University Press.

Obitko, M., 2007. *Introduction to Ontologies and Semantic Web*, URL = <https://www.obitko.com/tutorials/ontologies-semantic-web/>.

Orilia, F. et C. Swoyer, 2017. Properties, *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Winter 2017 Edition), Edward N. Zalta (ed.), URL = <https://plato.stanford.edu/archives/win2017/entries/properties/>.

O'Shaugnessy, B., 1970. The Powerlessness of Dispositions, *Analysis*, 31, 1-15.

Peterson, M., 2007. On multi-attribute risk analysis. In Lewens, T. (éd.). *Risk : Philosophical Perspectives*, New York : Routledge, 68-83.

Peterson, M., 2009. *An Introduction to Decision Theory*, Cambridge, Royaume-Uni : Cambridge University Press.

Popper, K.R., 1959. The Propensity Interpretation of Probability, *The British Journal for the Philosophy of Science*, 10(37), 25-42.

Popper, K.R., 1990. *A World of Propensities*, Bristol : Thoemmes Antiquarian Books Ltd.

Prior, E. W., R. Pargetter et F. Jackson, 1982. Three Theses about Dispositions, *American Philosophical Quarterly*, 19(3), 251-257, URL = <https://www.jstor.org/stable/20013964>.

Quine, W.V.O., 1974. *Roots of Reference*, La Salle, Illinois : Open Court.

Quinton, A., 1975-76. Social Objects, *Proceedings of the Aristotelian Society*, 75, 1-27.

Ramsey, F.P., 1931. *The Foundations of Mathematics and other Logical Essays*, édité par R.B. Braithwaite, Londres : Kegan, Paul, Trench, Trubner and Co., New York : Harcourt, Brace and Company.

Rawls, J., 1971. *A Theory of Justice*, Cambridge, Massachusetts : Harvard University Press.

Rayner, S. et R. Cantor, 1987. How Fair is Safe Enough? The Cultural Approach to Social Technology Choice, *Risk Analysis*, 7(1), 3-9. DOI = <https://doi.org/10.1111/j.1539-6924.1987.tb00963.x>.

Rescher, N., 1983. *Risk : A Philosophical Introduction to the Theory of Risk Evaluation and Management*, Lanham : University Press of America.

- Rodriguez-Pereyra, G., 2019. Nominalism in Metaphysics, *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Summer 2019 Edition), Edward N. Zalta (éd.), URL = <https://plato.stanford.edu/archives/sum2019/entries/nominalism-metaphysics/>.
- Röhl, J. et L. Jansen, 2010. Representing dispositions, *Journal of Biomedical Semantics*, 2, S4.
- Rosa, E., 1998. Metatheoretical foundations for post-normal risk, *Journal of Risk Research*, 1(1), 15-44.
- Rosa, E., 2010. The Logical Status of Risk – To Burnish or to Dull, *Journal of Risk Research*, 13(3), 139-253. DOI = <https://doi.org/10.1080/13669870903484351>.
- Savage, L.J., 1954. *The Foundations of Statistics*, New York : John Wiley and Sons.
- Schelling, F.W.J., 1797. *Ideas for a Philosophy of Nature*, traduit par Errol E. Harris et Peter Heath, Cambridge : Cambridge University Press, 1988.
- Schelling, F.W.J., 1800. *System of Transcendental Idealism*, traduit par Peter Heath, Charlottesville : University of Virginia Press, 1978.
- Schroeder, T., 2017. Desire, *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Summer 2017 Edition), Edward N. Zalta (éd.), URL = <https://plato.stanford.edu/archives/sum2017/entries/desire/>.
- Schulz, S. et al. 2009. Strengths and limitations of formal ontologies in the biomedical domain, *Rev Electron Comun Inf Inov Saude*, 3(1), 31-45.
- Shapiro, S. et T. Kourri Toussel, 2018. Classical Logic, *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Spring 2018 Edition), Edward N. Zalta (éd.), URL = <https://plato.stanford.edu/archives/spr2018/entries/logic-classical/>.
- Slovic, P. 1987. Perceptions of Risk, *Science*, 236(4799), 280-285.
- Slovic, P., Fischhoff, B. et S. Lichtenstein, 1980. Facts vs. Fears : Understanding Perceived Risk. In Schwing, R. et W. Alberts (éds.), *Societal Risk Assessment : How Safe is Safe Enough?*, New York : Plenum, 181-214.
- Slovic, P., Fischhoff, B. et S. Lichtenstein, 1985. Characterizing Perceived Risk. In Kates, R.W., Hohenemser, C. et J.X. Kasperson (éds.), *Perilous Progress : Managing the hazards of technology*, Boulder, CO : Westview, 91-125.
- Spade, P.V., 1994. *Five Texts on the Mediaeval Problem of Universals : Porphyry, Boethius, Abelard, Duns Scotus, Ockham*, Indianapolis : Hackett.
- Smith, B., 1998. Applied ontology : a new discipline is born, *Philosophy Today*, 12(29), 5-6.
- Smith, B., 2012. Classifying Processes : An Essay in Applied Ontology, *Ratio*, 25, 463-488.

- Smith, B. et al., 2007. The OBO Foundry : coordinated evolution of ontologies to support biomedical data integration, *Nature Biotechnology*, 25(11), 1251-1255.
- Smith, B. et W. Ceusters, 2010. Ontological realism : A methodology for coordinated evolution of scientific ontologies, *Applied Ontology*, 5(3-4), 139-188.
- Simons, P., 1987. *Parts : A Study in Ontology*, New York : Oxford University Press.
- Sirin, E. et al., 2007. Pellet : A practical owl-dl reasoner, *Journal of Web Semantics*, 5(2), 51-53.
- Staab, S. et al., 2001. Knowledge Processes and Ontologies, *IEEE Intelligent Systems*, 16(1), 26-34.
- Starr, C., Rudman, R. et C. Whipple, 1976. Philosophical Basis for Risk Analysis, *Annual Review of Energy*, 1, 629-662. DOI = < <https://doi.org/10.1146/annurev.eg.01.110176.003213> >.
- Steele, K. et Orri Stefánsson, H., 2016. Decision Theory, *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Winter 2016 Edition), Edward N. Zalta (éd.), URL = <<https://plato.stanford.edu/archives/win2016/entries/decision-theory/>>.
- Thagard, P., 2006. Desires Are Not Propositional Attitudes, *Dialogue*, 45, 151-156.
- Thompson, P. B., 1986. The Philosophical Foundations of Risk, *The Southern Journal of Philosophy*, 24(2), 273-286. DOI = < <https://doi.org/10.1111/j.2041-6962.1986.tb01566.x> >.
- Truett, K.R., 1993. Age differences in conservatism, *Personality and Individual Differences*, 14, 405-411.
- van Inwagen, P. et M. Sullivan, 2018. Metaphysics, *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Spring 2018 Edition), Edward N. Zalta (éd.), URL = <<https://plato.stanford.edu/archives/spr2018/entries/metaphysics/>>.
- Varzi, A., 2019. Mereology, *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Spring 2019 Edition), Edward N. Zalta (éd.), URL = <<https://plato.stanford.edu/archives/spr2019/entries/mereology/>>.
- Wolff, J., 2007. What is the value of preventing a fatality? In Lewens, T. (éd.). *Risk : Philosophical Perspectives*, New York : Routledge, 54-67.