

Adrien Barton et Arnaud Rosier

ONTOLOGIES APPLI- QUÉES BIOMÉDICALES ET ONTOLOGIE PHILO- SOPHIQUE : UN DÉVELOPPEMENT COMPLÉMENTAIRE

Adrien Barton et Arnaud Rosier

ONTOLOGIES APPLIQUÉES BIOMÉDICALES ET ONTOLOGIE PHILOSOPHIQUE : UN DÉ- VELOPPLEMENT COMPLÉMENTAIRE

Sommaire



- 1 – Introduction aux ontologies appliquées
- 2 – L'apport de l'ontologie philosophique aux ontologies appliquées
- 3 – L'apport des ontologies appliquées médicales à l'ontologie philosophique de la médecine
- 4 – Conclusion

L'augmentation massive de la quantité de données issues de sources hétérogènes motive le développement d'outils de traitement de l'information permettant leur interopérabilité sémantique. Les ontologies appliquées ont été développées dans ce but. Nous montrerons, dans cet article, en quoi l'ontologie philosophique a un rôle central à jouer dans l'ontologie appliquée, notamment biomédicale ; et réciproquement, en quoi l'ontologie appliquée éclaire certaines problématiques classiques d'ontologie philosophique, en prenant pour exemple la question suivante : la maladie est-elle une espèce naturelle ?

The massive increase of data generated by heterogeneous sources requires the development of computer tools enabling their semantic interoperability. Applied ontologies aim at fulfilling such needs. We will show in this article the central role that philosophical ontology can play for applied ontology, with a focus on biomedical ontologies; and reciprocally, how applied ontology can enlighten some classical issues in philosophical ontology, by considering the following question: Is disease a natural kind?

Mots clés: Ontologie appliquée, espèce naturelle, maladie

1 – Introduction aux ontologies appliquées

1.1 Le problème de la tour de Babel en sciences de l'information

Depuis soixante ans, la quantité d'information produite à l'échelle mondiale augmente de manière exponentielle. Cette accélération sans limite apparente ouvre des perspectives vertigineuses pour l'augmentation et l'emploi de nos connaissances, mais présente un défi d'utilisation significatif : à l'ère du « Big Data », comment exploiter efficacement une telle quantité de données ?

Afin de pouvoir traiter ces informations issues de sources multiples et hétérogènes, il s'avère souvent nécessaire de rassembler les informations stockées dans différents entrepôts de données numériques. Une base de données doit comprendre une catégorie pour chaque type d'information pouvant y être enregistrée. Cependant, les données sont acquises et enregistrées sous des formes qui diffèrent. C'est ce qui a été appelé le « problème de la tour de Babel » de l'information numérique (van Harmelen 2005) : il est généralement impossible d'échanger automatiquement l'information entre de multiples sources de données de manière à ce que celle-ci conserve sa signification d'origine, ces données étant souvent organisées selon des sémantiques implicites différentes. On dit qu'il y a défaut d'« interopérabilité sémantique ».

1.2 Une solution au problème de Babel : les ontologies appliquées

Les ontologies appliquées ont été développées pour répondre à cette difficulté : il s'agit de cadres terminologiques structurés représentés sous la forme d'artefacts informatiques visant à permettre l'interopérabilité sémantique entre les données concernant un même domaine. Elles ne consistent pas simplement en un vocabulaire commun, mais proposent une représentation formelle de diverses catégories d'entités du domaine et des relations qui existent entre celles-ci. La relation la plus fréquemment utilisée est la relation de subsumption, nommée « *est_un* »¹ ; elle permet de construire des taxonomies, qui sont des hiérarchisations de catégories (dotées d'une structure de classement arborescent) par cette relation. Lorsque d'autres relations que structurent la terminologie, on sort du domaine restreint des taxonomies pour entrer dans celui plus général des ontologies. Deux bases de données organisées d'après la même ontologie partageront la même structure et pourront donc être facilement interopérables.

Par exemple, l'ontologie FMA (Foundational Model of Anatomy ; cf. Rosse et Mejino 2003) propose une ontologie des entités anatomiques humaines et de leurs relations ; on y trouve ainsi une hiérarchie d'entités, parmi lesquelles *Organe*, *Coeur*, *Valve_mitrale* et *Sac_péricardique*. Celles-ci sont organisées d'après une structure taxonomique, avec des axiomes comme *Coeur est_un Organe*. Mais on y trouve également des relations méréologiques, telles que *partie_*

1 - En anglais : « *is_a* ».

constitutionnelle_de ou *attaché_à*, qui permettent de formaliser des axiomes comme *Valve_Mitrale_partie_constitutionnelle_de_Cœur*. Par ailleurs, les propriétés des relations, telles que la transitivité ou la réflexivité de la relation *partie_de*, y sont également spécifiées.

La formalisation au sein des ontologies appliquées rend possible le raisonnement automatique : celles-ci peuvent être couplées à un moteur d'inférence, qui peut, d'un côté, vérifier la cohérence logique de l'ontologie, mais également déduire de nouveaux théorèmes à partir des axiomes acceptés et des propriétés des relations. Par exemple, si on a accepté les axiomes *a_partie_de_b* et *b_partie_de_c*, et qu'on a intégré la transitivité de la relation *partie_de*, le moteur pourra déduire *a_partie_de_c*. Les ontologies sont fréquemment formalisées dans le format OWL (Web Ontology Language), fondé sur la logique de description, un fragment décidable de la logique du premier ordre, ce qui permet de tester la consistance de l'ontologie et de déduire l'ensemble des conséquences logiques des axiomes formalisés.

1.3 Les ontologies bio-médicales

Les ontologies appliquées sont aujourd'hui développées et utilisées dans une grande variété de domaines. Elles ont notamment pris une importance croissante dans les sciences biologiques ainsi que dans la recherche et la pratique médicales² : il importe en effet que l'information contenue dans les ouvrages biomédicaux, journaux et essais cliniques soit vraiment accessible et utilisable par les praticiens et les chercheurs du domaine (Burgun et Bodenreider 2008). Un des enjeux majeurs de l'interopérabilité des données dans le domaine biomédical est le développement de la médecine personnalisée, qui consiste en l'adaptation des pratiques médicales et des décisions thérapeutiques aux spécificités des patients (Canuel *et al.* 2014).

Pour que les ontologies appliquées puissent remplir leur objectif d'interopérabilité, il faut qu'elles soient construites sur des bases solides, et c'est dans ce domaine que l'ontologie philosophique a un rôle à jouer.

2 – L'apport de l'ontologie philosophique aux ontologies appliquées

Le développement d'ontologies appliquées en sciences de l'information pose des problèmes très semblables à ceux qui sont classiquement abordés par l'ontologie philosophique, et il est devenu clair que le succès de la première entreprise ne

ONTOLOGIES APPLIQUÉES BIOMÉDICALES ET ONTOLOGIE PHILOSOPHIQUE : UN DÉVELOPPEMENT COMPLÉMENTAIRE

sera possible qu'en utilisant les théories et les méthodes de la seconde (Smith, 2004). Commençons par exposer les différents types de connaissances représentables dans une ontologie et ce que la philosophie peut apporter à cette formalisation, en prenant l'exemple de l'ontologie appliquée BFO³ (Basic Formal Ontology).

2.1 Les catégories fondamentales

Deux types d'informations essentiellement différents peuvent être traités à l'aide d'outils informatiques. Il existe des informations spécifiques concernant des individus particuliers ; par exemple, « M. Dupont a eu 40,7°C de fièvre le 20 septembre 2014 à 17h00 » ou encore « Mme Durand souffre d'insuffisance cardiaque ». De telles informations peuvent être enregistrées dans des entrepôts électroniques de données médicales. Mais on peut également s'intéresser à une information plus générale, comme « la fièvre est un symptôme de la grippe » ou encore « l'hépatite est une maladie du foie ». Cette information peut être codée, par exemple, dans des terminologies ou taxonomies structurées.

Cette distinction entre information particulière et information générale se reflète dans deux catégories classiquement distinctes dans la littérature philosophique, à savoir les « universaux » et les « particuliers ». Les particuliers sont les entités individuelles qui peuplent le monde, comme cette chaise, Victor Hugo ou la tour Eiffel. Les universaux, quant à eux, représentent ce que tous les particuliers d'un regroupement donné (par exemple, le type « félin » ou « mammifère ») ont en commun, et ils prétendent expliquer la structure, l'ordre et la régularité dans le monde. Ainsi, si on admet l'existence des universaux, deux chats particuliers sont similaires, dans la mesure où ils instancient le même universel de « chat ».

Cette distinction entre universaux et particuliers peut être affinée au moyen du « carré ontologique », qu'Angellelli (1967) fait remonter aux *Catégories* d'Aristote. Le « carré ontologique » distingue, d'une part, les particuliers et les universaux, et d'autre part, les substances et les accidents. Ainsi, les substances sont des entités qui ne nécessitent pas d'autres entités pour exister, comme un arbre ou une chaise : on les nomme également entités « indépendantes » (Jansen 2008). Au contraire, les accidents exigent d'autres entités pour exister, comme la couleur de l'arbre ou la forme de la chaise : ce sont des entités dites « dépendantes ». Le « carré ontologique » différencie ainsi quatre catégories fondamentales : les substances particulières (par exemple, cet arbre), les substances universelles (l'universel d'arbre), les accidents particuliers (la couleur verte de cette feuille) et les accidents universels (l'universel de la couleur verte). Un certain nombre de philosophes ont cherché, dans un esprit réductionniste, à se limiter à certaines de ces catégories uniquement (Jansen

2 - Remarquons cependant que les ontologies appliquées sont également mobilisées dans des domaines aussi variés que l'enseignement (Devedzic 2004), la géographie (Mark *et al.* 2004) ou la finance (Antonoli *et al.* 2014), afin de permettre un accès facilité à l'information et un traitement plus efficace des données.

3 - Il existe également d'autres ontologies fondées sur des approches philosophiques différentes, telles que DOLCE (Gangemi *et al.* 2002), CYC ou encore SUMO (pour un aperçu général, voir Smith et Ceusters 2010 ; et pour une critique de CYC et de SUMO, voir Jansen 2008).

2008). Ainsi, Armstrong (1980) vise à ramener l'ensemble de la réalité à des combinaisons de substances particulières et d'universaux d'accidents. Les nominalistes, quant à eux, n'admettent dans leur ontologie que les particuliers – et les « tropistes » vont encore plus loin, en se limitant aux seuls accidents particuliers, les substances particulières étant interprétées comme des rassemblements d'accidents particuliers.

À l'encontre de ces approches, une ontologie appliquée comme BFO prône une approche dite « réaliste », d'inspiration aristotélicienne⁴ (Jansen 2008), qui retient non seulement les particuliers, mais également les universaux (Smith 2004 ; Smith et Ceusters 2010) – et ce, aussi bien pour les entités indépendantes que dépendantes. Cette approche permet de formaliser non seulement des entités fondamentales pour la médecine comme les universaux *être humain*, *insuffisance cardiaque*, ou *fièvre*⁵ – mais aussi des particuliers instanciant ces universaux, par exemple « Mme Durand », « insuffisance cardiaque de Mme Durand » ou encore « fièvre supérieure à 40°C de M. Dupont le 20 septembre 2014 à 17h00 ».

BFO va cependant plus loin en admettant des entités qui sortent du carré ontologique. Les substances et leurs accidents sont en effet des entités d'un type bien particulier, qui semblent persister dans le temps en étant pleinement présentes à chaque instant : cet arbre, par exemple, semble exister pleinement à l'instant t_1 , et à nouveau pleinement à l'instant t_2 . Mais il existe également d'autres entités, comme un dîner, une réunion ou la vie d'un organisme qui semblent persister en ayant des parties temporelles à différents instants : à chaque instant t_1 et t_2 pendant lesquels un dîner a lieu, il n'existe qu'une partie du dîner ; le dîner n'est pas pleinement présent à chacun de ces instants. Suivant le logicien britannique William Johnson (1921), BFO nomme les premières entités des « continuants », et les secondes des « occurrents ». Il s'agit là d'une distinction qui occupe une place centrale dans la philosophie analytique contemporaine, ces entités ayant également été introduites par David Lewis (1986) sous les noms d'« endurants » et de « perdurants ».

Là encore, certains philosophes ont souhaité réduire l'ensemble des entités à l'une des deux classes – endurants ou perdurants (pour un aperçu, voir Hawley 2010). Au contraire de ces approches réductionnistes, BFO prend un parti dit « perspectiviste », qui consiste à accepter qu'il puisse exister diverses perspectives alternatives, mais tout aussi légitimes sur la réalité (Grenon et Smith 2004). Ainsi, la réalité peut être décrite, dans une perspective tridimensionnaliste, en termes de continuants (tels un arbre et ses diverses propriétés, à chaque instant) ; ou encore, dans une perspective quadridimensionnaliste, en termes d'occurrents (tels la vie de cet arbre, de sa naissance à sa mort). Ces deux perspectives

ONTOLOGIES APPLIQUÉES BIOMÉDICALES ET ONTOLOGIE PHILOSOPHIQUE : UN DÉVELOPPEMENT COMPLÉMENTAIRE

peuvent être reliées grâce à diverses relations entre continuants et occurrents – ainsi, on dira qu'un arbre *participe* au processus de sa vie. Enfin, de même qu'il existe aussi bien des universaux de continuants que des continuants particuliers, on peut différencier des occurrents particuliers, comme la vie de cet arbre, et des universaux d'occurrents, comme l'universel de la vie d'arbre (Smith 2005).

Sur la base de ces catégories fondamentales (entités indépendantes et dépendantes, continuants et occurrents), BFO introduit un ensemble de trente-neuf types d'entités existant chacune aussi bien sous forme d'universel que de particulier, parmi lesquelles *Processus*, *Entité matérielle* ou *Disposition*. Il existe une documentation philosophique abondante sur chacune de ces notions, qui s'avère précieuse pour réaliser leur formalisation. Considérons ainsi la notion de disposition (Mumford 1998), sur laquelle nous reviendrons ultérieurement pour montrer son utilisation dans la formalisation de la notion de maladie. Un exemple paradigmatique de disposition est la fragilité d'un objet : celle-ci peut être assimilée à une *disposition* de l'objet à se briser (ce processus de brisure est la *réalisation* de la disposition) lorsqu'il est soumis à une tension d'un certain type (ce processus est le *déclencheur* de la disposition). La fragilité est par ailleurs due à une structure moléculaire d'un certain type, qu'on nomme la *base matérielle* de la disposition. Selon une approche antiréaliste, il n'existe pas d'entité dispositionnelle, et la signification d'une attribution de disposition à un objet se réduit à un (ou plusieurs) énoncé(s) conditionnel(s) du type « si on soumet cet objet à une certaine tension, alors il va se briser ». Mais selon une approche réaliste (défendue, par exemple, par Mumford 1998), les dispositions sont des entités réelles. BFO s'inscrit dans cette approche réaliste des dispositions et considère qu'il existe aussi bien des dispositions particulières (par exemple, la fragilité de ce verre) que des universaux de dispositions (par exemple, l'universel de fragilité). Une formalisation philosophiquement informée de la notion de disposition dans BFO a été proposée par Röhl et Jansen (2011). Comme nous le verrons, de telles entités et relations permettent de formaliser les concepts clés de domaines scientifiques particuliers.

2.2 Des ontologies de différents niveaux

Une ontologie comme BFO, qui formalise les entités et les relations les plus générales – celles qu'on trouve dans tous les domaines de la réalité – est qualifiée d'« ontologie de haut niveau »⁶ (Mascardi, Cordi et Rosso 2006). À l'autre bout du spectre en termes de généralité, les ontologies dites « de domaine » représentent les catégories spécifiques de la réalité – pour reprendre des exemples médicaux, il existe une ontologie des maladies infectieuses (IDO, voir Cowell et Smith 2009), une ontologie des maladies cardio-vasculaires (CVDO, voir Barton *et al.* 2014), une ontologie des maladies

4 - La question de savoir si Aristote admettait les accidents individuels en sus des trois autres catégories reste néanmoins débattue (Angelelli 1991).

5 - Les noms des entités apparaissant dans les ontologies sont généralement moins descriptifs (par exemple, 'OGMS_0000031'), mais on peut leur attacher des labels les décrivant dans toutes les langues souhaitées (par exemple, « maladie », « disease », « Krankheit », etc.). Nous utiliserons ici les noms en français.

6 - En anglais: « upper ontology » ou « top ontology ».

oculaires (ODO), etc.

Si les ontologies de domaines permettent d'assurer l'interopérabilité des données relevant d'un certain domaine (par exemple, la médecine cardio-vasculaire), une ontologie de haut niveau contribue, quant à elle, à assurer l'interopérabilité des ontologies de domaines qui sont fondées sur elle. Par exemple, la OBO Foundry (Smith et al. 2007)⁷ apparaît à ce jour comme une des entreprises les plus massives de création d'ontologies biomédicales interopérables⁸, grâce à la structuration des ontologies membres autour de BFO.

Les ontologies de haut niveau ne suffisent cependant pas à assurer l'interopérabilité des ontologies de domaines. En effet, un accord sur les entités les plus générales de la réalité n'implique pas pour autant un accord sur la nature des entités au cœur de tel ou tel domaine scientifique, comme la médecine. Par exemple, on peut s'accorder sur la division de la réalité en durables et perdurants, et sur la définition des notions de disposition et de processus, sans pour autant s'accorder sur la formalisation de la maladie comme disposition ou comme processus. Les ontologies de haut niveau doivent donc être complétées par des ontologies de « niveau intermédiaire » qui formalisent les entités apparaissant dans un domaine scientifique général. Par exemple, la OBO Foundry inclut OGMS (Ontology for General Medical Science ; voir Scheuermann, Ceusters et Smith 2009), une ontologie générale de la médecine servant de pivot aux ontologies médicales spécialisées, en formalisant des classes communes à tous les domaines de la médecine, telles que *Maladie*, *Processus pathologique* ou *Signe*.

OGMS vise à offrir un modèle de maladie qui soit à la fois philosophiquement rigoureux et pratiquement exploitable, en formalisant la maladie comme une disposition de l'organisme à subir certains processus pathologiques (tels certaines douleurs ou dysfonctions d'organes) associée à un risque excédant un certain seuil. De même que la fragilité d'un objet dépend d'une certaine structure moléculaire qui est sa base matérielle, la maladie dépend d'un (ou de plusieurs) désordre(s) – à savoir des structures anormales – dans l'organisme, qui constituent ainsi sa base matérielle. Par exemple, l'épilepsie (qui est une maladie) est définie dans OGMS comme une disposition à subir des crises d'épilepsies, dont la base matérielle est une structure cérébrale anormale d'un certain type. Ainsi, une entité typiquement philosophique comme celle de disposition permet de fournir un modèle général de maladie servant de support aux différentes ontologies médicales de domaines.

7 - <http://www.obofoundry.org/>

8 - Pour d'autres exemples d'ontologies créées dans le domaine biomédical, voir le site Bioportal (<https://bioportal.bioontology.org/>) ainsi que Noy et al. (2009).

9 - « Espèce naturelle » traduit ici l'expression anglaise « natural kind ».

10 - Nous considérerons ici les notions d'« espèce » et « universel » comme synonymes.

11 - Nous n'entrerons pas ici dans les débats généraux sur l'existence des espèces naturelles et supposerons que ces termes en fournissent en effet des exemples prototypiques.

12 - Cette question doit être distinguée de la question connexe : une maladie particulière, comme une grippe ou une cardiomyopathie, est-elle une espèce naturelle ?

ONTOLOGIES APPLIQUÉES BIOMÉDICALES ET ONTOLOGIE PHILOSOPHIQUE : UN DÉVELOPPEMENT COMPLÉMENTAIRE

2.3 Conclusion

Cet aperçu des ontologies appliquées nous a permis d'illustrer le rôle important que l'ontologie philosophique y joue au moyen de l'import de concepts philosophiques fondamentaux (universaux et particuliers, durables et perdurants, propriétés dispositionnelles et processus) et des formalisations des concepts scientifiques qui sont proposés (tels la formalisation de la maladie en tant que disposition). Ce rôle n'est pas accessoire : l'ontologie philosophique joue un rôle crucial pour assurer la consistance et l'interopérabilité des ontologies appliquées, et les ontologies dont les fondements philosophiques n'ont pas été clarifiés sont classiquement sujettes à des difficultés pratiques majeures (voir Jansen 2008 ou Smith 2004).

3 – L'apport des ontologies appliquées médicales à l'ontologie philosophique de la médecine

Dans la partie précédente, nous avons illustré le rôle de l'ontologie philosophique dans le développement des ontologies appliquées. Nous allons maintenant exposer la réciproque, en expliquant en quoi l'ontologie appliquée peut éclairer certaines questions classiques d'ontologie philosophique. Pour cela, nous considérerons la question philosophique suivante : la maladie est-elle une espèce naturelle⁹ ?

3.1 La notion d'espèce naturelle

Nous avons expliqué précédemment la distinction qui existe entre particuliers et universaux. Il nous faut ici préciser la notion d'« espèce¹⁰ naturelle », qu'on peut définir comme un groupement ayant un ensemble de propriétés naturelles existant indépendamment des valeurs et des intérêts subjectifs humains (Bird et Tobin 2012), comme les référents des termes¹¹ « électron », « eau » ou « galaxie ». Ainsi, la philosophie de la biologie pose la question de savoir si les espèces biologiques sont des espèces naturelles : Les critères de classification des espèces vivantes dépendent-ils en dernier ressort d'intérêts humains ? Mais ce type de questionnement apparaît également en médecine : Le terme de « maladie » réfère-t-il à une espèce naturelle¹² ? Ces questions sont liées au débat entre constructivistes et objectivistes (Murphy 2009) : pour les constructivistes (Cooper 2002), la définition de la maladie fait intervenir des valeurs humaines, c'est pourquoi la maladie n'est pas une espèce naturelle ; au contraire, pour

les objectivistes (Boorse 1977 ; Williams 2007), les maladies particulières ne font intervenir aucune valeur humaine. Cependant, il existe des arguments non-constructivistes (autrement dit, n'invoquant pas de valeurs humaines dans la définition de la maladie) soutenant l'idée que la maladie n'est pas une espèce naturelle. Nous nous concentrerons ici sur l'un des plus significatifs : la proximité ontologique entre maladies et blessures.

3.2 L'argument des blessures

Reznek (1987, 1995) a fait remarquer que les maladies sont fondamentalement semblables aux blessures ou aux infirmités (nous engloberons par la suite ces différentes catégories dans le terme général de « blessure »). Or, les blessures ne sont habituellement pas considérées comme des maladies (voir Campbell, Scading et Roberts 1979). Cette distinction entre blessure et maladie étant arbitraire, Reznek en déduit que les maladies ne forment pas une espèce naturelle.

La validité de cet argument dépend de la véracité de l'affirmation selon laquelle il n'existe pas de caractéristiques essentielles aux maladies, qui seraient absentes des blessures. Mais pour évaluer ce point de vue, il nous faut avoir à notre disposition une ontologie détaillée des maladies et des blessures ; or, c'est précisément ce que visent à fournir les ontologies appliquées médicales. Nous verrons qu'en effet, l'ontologie appliquée OGMS vient appuyer la thèse de Reznek.

Remarquons d'abord qu'une ontologie appliquée, tout comme une ontologie philosophique (voir Murphy 2009), peut être construite selon deux orientations différentes : conservatrice ou révisionniste. Une approche conservatrice considérera que les concepts formalisés par une ontologie appliquée devront refléter les usages courants du domaine dont ils relèvent (par exemple, le domaine scientifique en question). Au contraire, une approche révisionniste considérera que les concepts définis dans une ontologie appliquée pourront s'écarter significativement des concepts usuels.

Nous défendons ici un certain conservatisme terminologique – du moins dans le cadre des ontologies appliquées médicales : nous pensons que la formalisation du terme « maladie » devrait en général suivre l'usage médical, faute de quoi le terme « maladie » dans les ontologies appliquées et « maladie » dans le langage médical référerait à des entités différentes. Une telle stratégie serait nuisible du point de vue de son application, en accentuant le risque de confusion et en amoindrissant la valeur des ontologies appliquées biomédicales, mais également du point de vue philosophique, car ce que nous pourrions inférer sur la nature de la « maladie » telle qu'elle apparaît dans les ontologies appliquées ne nous apprendrait rien sur les « maladies » étudiées par la science médicale.

À l'heure actuelle, OGMS formalise les blessures comme les

désordres : un bras cassé, par exemple, est un type de désordre. Par ailleurs, ce type de désordre mène à des processus qu'on peut qualifier de pathologiques ; ainsi, la fracture du bras causera un mouvement altéré du bras. Dans l'ontologie causale dispositionnelle acceptée par OGMS, un bras cassé est donc la base matérielle d'une disposition à ce processus pathologique de mouvement altéré. Par la suite, nous nommerons « disposition pathologique » une telle disposition, qui se définit par des processus pathologiques présentant un risque excédant un certain seuil (voir Scheuermann, Ceusters et Smith 2009).

Si on suit la stratégie conservatrice que nous venons de décrire, en acceptant de nous aligner sur les usages linguistiques médicaux, la disposition pathologique dont la base matérielle est le bras cassé ne peut être qualifiée de « maladie » : en effet, on ne dit généralement pas qu'une personne qui a le bras cassé est « malade » – même si elle peut évidemment être malade par ailleurs, et que cette maladie peut d'ailleurs être une conséquence de sa blessure, comme une infection consécutive à un os brisé. On ne parle généralement pas de « maladie du bras cassé ». Ainsi, les blessures doivent être formalisées comme des désordres qui constituent la base matérielle de dispositions pathologiques, mais ces dispositions pathologiques ne sont pas des maladies. Pour résumer : si on suit le modèle OGMS, tout en acceptant un certain conservatisme terminologique tel que décrit ci-dessus, toutes les maladies sont des dispositions pathologiques, mais les dispositions pathologiques ne sont pas toutes des maladies.

Considérons, au contraire, la maladie coronarienne, dans laquelle un désordre particulier, à savoir un rétrécissement athéromateux des artères coronaires, cause un processus pathologique d'angine de poitrine. Si on suit l'ontologie causale dispositionnelle et le modèle de maladie OGMS, ce désordre forme la base matérielle d'une disposition à ce processus pathologique, et cette disposition pathologique peut être identifiée à la maladie coronarienne.

Il ne semble pas y avoir de raison ontologiquement fondée expliquant pourquoi la disposition pathologique associée au bras cassé n'est pas qualifiée de maladie, alors que la disposition pathologique associée au rétrécissement athéromateux l'est. Les raisons semblent plutôt d'ordre épistémique : il est plus facile pour un être humain ordinaire d'identifier un bras cassé qu'un rétrécissement athéromateux des artères coronariennes. Puisque ces raisons dépendent de la nature des facultés humaines, la classe de « maladie », au sein d'OGMS, ne fait pas référence à une espèce naturelle.

N'avoir trouvé aucune essence commune aux différentes maladies (et à elles seules) ne prouve certes pas qu'il n'en existe aucune (D'Amico 1995) ; mais comme l'a expliqué Reznek (1995), cela suggère qu'il n'en existe probablement aucune. Les ontologies médicales appliquées disponibles à l'heure

actuelle viennent appuyer cet argument. Elles proposent en effet une investigation systématique de la nature ontologique des maladies relevant de différents domaines médicaux, au moyen d'études associant médecins et philosophes. Ainsi, l'ontologie CVDO (Cardiovascular Disease Ontology ; Barton *et al.* 2014) classe 584 entités liées aux maladies cardio-vasculaires – telles que l'« accident cérébrovasculaire », l'« embolie pulmonaire », l'« ischémie », la « varice œsophagienne », l'« hypertrophie du ventricule cardiaque droit » ou la « fibrillation atriale ». L'ontologie IDO (Infectious Disease Ontology ; Cowell et Smith 2009) formalise, quant à elle, 488 classes générales liées aux maladies infectieuses – telles que « hôte primaire », « disposition antibactérienne », « parasite » ou encore « toxine ». Ces deux ontologies adoptent l'ontologie de haut niveau BFO et le modèle de maladie OGMS, qui formalise la maladie comme une disposition de l'organisme à subir des processus pathologiques. Or, à l'issue de recherches importantes, aucune caractéristique essentielle des maladies (et à elles seules) n'a été mise à jour, car le modèle de maladie adopté – celui proposé par OGMS – parvient uniquement à proposer des caractéristiques communes aux maladies et aux blessures. Ainsi, la formalisation systématique à l'œuvre dans les ontologies appliquées peut appuyer une thèse philosophique, à savoir qu'il n'existe aucune essence commune aux seules maladies.

En revanche, comme nous venons de l'expliquer, il semble qu'il existe une caractéristique essentielle commune aux désordres sous-jacents aux maladies et aux blessures : selon OGMS, elles sont toutes la base matérielle d'une disposition pathologique.

3.3 La disposition pathologique est-elle une espèce naturelle ?

Reznek a introduit la notion de « condition pathologique » pour englober maladies et blessures, et il explique pourquoi cette notion, plutôt que celle de maladie, doit être considérée comme centrale dans l'ontologie de la médecine. La question pertinente au point de vue de l'ontologie médicale devient alors celle-ci : Les conditions pathologiques constituent-elles une espèce naturelle ? Reznek a répondu à cette question par la négative, et ce, pour deux raisons.

D'une part, il ne voit pas quelles caractéristiques essentielles les maladies, les blessures et les incapacités pourraient avoir en commun, et en vertu desquelles elles pourraient constituer ensemble une espèce naturelle. Mais comme nous l'avons déjà expliqué, OGMS offre une réponse à cet argument, en proposant une caractéristique essentielle commune aux maladies, aux blessures et aux incapacités, en se servant de la notion de *disposition pathologique*.

D'autre part, Reznek affirme que de telles entités sont rassemblées par leurs conséquences plutôt que par leur nature sous-jacente, et il en déduit qu'elles ne peuvent donc constituer une espèce naturelle. Cette inférence semble cependant injustifiée. En effet, il existe un type d'entité, à savoir – précisément – la *disposition*, dont la nature essentielle est constituée par ses conséquences causales. Or, il ne semble pas y avoir de raison évidente pour laquelle des dispositions d'un certain type ne pourraient former une espèce naturelle. Considérons, par exemple, les forces newtoniennes, qui constituent un exemple paradigmatique d'espèce naturelle : elles ont parfois été interprétées comme des types particuliers de dispositions, (voir, par exemple, Barton, Rovetto et Mizoguchi 2014), et si ces analyses sont correctes, on aurait alors l'exemple d'une sous-classe de dispositions formant une espèce naturelle. Plus généralement, la question de savoir si toutes les propriétés (y compris, par exemple, la propriété « être un électron ») sont *in fine* dispositionnelles reste toujours une éventualité discutée en philosophie (Mumford 1998). Des entités dispositionnelles, qui sont définies par leurs conséquences, pourraient donc constituer une espèce naturelle.

Ainsi, le deuxième argument de Reznek ne permet pas d'exclure la possibilité que les conditions pathologiques forment une espèce naturelle, si celles-ci sont interprétées, en suivant OGMS, comme des dispositions pathologiques. Bien entendu, notre raisonnement n'implique pas non plus pour autant que les dispositions pathologiques forment une espèce naturelle. Pour répondre à cette question, il faut revenir à la définition suivante : Une disposition pathologique est définie comme une disposition envers des processus pathologiques dont le risque excède un certain seuil. Il faut donc analyser deux notions clés, celle de risque excédant un certain seuil et celle de processus pathologique. Si les processus pathologiques ne forment pas une espèce naturelle, les dispositions pathologiques n'en formeront pas un non plus. De même, si la notion de risque ou l'intervention d'un seuil fait intervenir des facultés ou des intérêts humains, les dispositions pathologiques ne formeront pas une espèce naturelle. La question de l'ontologie de la maladie se déplace donc vers l'ontologie des processus pathologiques et l'ontologie du risque¹³. Une analyse détaillée de ces notions dépasserait la portée de cet article. Mais nous avons démontré la validité de l'argument qui faisait l'objet de cette section : la formalisation à l'œuvre au sein des ontologies appliquées biomédicales permet de répondre à certaines questions d'ontologie philosophique (ici, en renforçant la thèse que les maladies ne forment pas une espèce naturelle) et d'orienter ses recherches (en montant que les investigations ontologiques pourraient se déplacer de la notion de maladie vers les notions de risque et de processus pathologique).

13 - Remarquons qu'il existe d'autres modèles de maladie dans les ontologies appliquées médicales, et notamment le River-Flow model of disease (Mizoguchi et al. 2011), qui interprète les maladies (ainsi que les blessures) comme des chaînes causales de désordre. Si on accepte ce modèle, la question doit se déplacer de l'ontologie des maladies vers l'ontologie des chaînes causales de désordre, plutôt que vers l'ontologie des dispositions pathologiques. Néanmoins, cela ne change rien à notre conclusion générale.

4 – Conclusion

Cet article a illustré la complémentarité de l'ontologie appliquée et de l'ontologie philosophique. D'une part, l'ontologie philosophique aide au développement de l'ontologie appliquée en important des notions telles que celles d'universaux et de particuliers, de continnants et d'occurents, ou encore de propriétés dispositionnelles. D'autre part, l'ontologie appliquée peut, en retour, éclairer certaines problématiques classiques d'ontologie philosophique, en expliquant en détail pourquoi la maladie n'est pas une espèce naturelle et en déplaçant l'intérêt vers d'autres notions – comme celles de disposition pathologique, et donc de risque et de processus pathologique. En formalisant chaque maladie, les ontologies permettraient par ailleurs d'aider à répondre à une question différente, mais connexe : Une maladie singulière forme-t-elle une espèce naturelle ? (voir Dragulinescu 2010) Cela reste en effet possible, même si la notion générale de maladie ne constitue pas une espèce naturelle.

L'ontologie appliquée porte bien son nom : tout comme la biologie, la physique ou la psychologie se sont dégagées de la philosophie en leur temps, l'ontologie appliquée émerge aujourd'hui de l'ontologie philosophique – et les deux disciplines auront un intérêt certain à progresser de concert.

Remerciements

Nous remercions un évaluateur anonyme pour ses commentaires détaillés qui nous ont permis d'améliorer cet article.

RÉFÉRENCES

- ANGELELLI, Ignacio. 1967. *Studies on Gottlob Frege and traditional philosophy*. Dordrecht : Reidel. **Livre**
- ANGELELLI, Ignacio. 1991. Accidents III: The ontological square. In BURKHARDT, Hans, SMITH, Barry (dir.). *Handbook of metaphysics and ontology*. Munich : Philosophia Verlag.
- ANTONIOLI, Natalia, CASTANO, Francesco, COLETTA, Spartaco et al. 2014. Ontology based data management for the Italian public debt. In KUTZ, Oliver, GARBACZ, Pawel (dir.), *Formal Ontology in Information Systems: Proceedings of the Eighth International Conference (FOIS 2014)*. Amsterdam : IOS Press. 372-385.
- ARMSTRONG, David Malet. 1980. *A theory of universals, volume 2 : Universals and scientific realism*. Cambridge : Cambridge University Press.

ONTOLOGIES APPLIQUÉES BIOMÉDICALES ET ONTOLOGIE PHILOSOPHIQUE : UN DÉVELOPPEMENT COMPLÉMENTAIRE

- BARTON, Adrien, ROVETTO, Robert, MIZOGUCHI, Riichiro. 2014. Newtonian Forces and causation: a dispositional account. In KUTZ, Oliver, GARBACZ, Pawel (dir.), *Formal Ontology in Information Systems: Proceedings of the Eighth International Conference (FOIS 2014)*. Amsterdam : IOS Press. 157-170.
- BARTON, Adrien, ROSIER, Arnaud, BURGUN, Anita, ETHIER, Jean-François. 2014. The cardiovascular disease ontology. In KUTZ, Oliver, GARBACZ, Pawel (dir.), *Formal Ontology in Information Systems: Proceedings of the Eighth International Conference (FOIS 2014)*. Amsterdam : IOS Press. 409-414.
- BIRD, Alexander, TOBIN, Emma. 2012. Natural Kinds. In ZALTA, Edward N. (dir.), *The Stanford Encyclopedia of Philosophy (Winter 2012 Edition)*. Consulté le 19 janvier 2015 à <http://plato.stanford.edu/archives/win2012/entries/natural-kinds/>
- BOORSE, Christopher. 1977. Health as a Theoretical Concept. *Philosophy of Science*, 44(4), 542-573. **Article**.
- BURGUN, Anita, BODENREIDER, Olivier. 2008. Accessing and integrating data and knowledge for biomedical research. *IMIA Yearbook of Medical Informatics*, 3, 91-101.
- CAMPBELL, Edward James Moran, SCADDING, John G. & ROBERTS, Robin S. 1979. The concept of disease. *British Medical Journal*, 2(6193), 757-762. **Article**.
- CANUEL, Vincent, RANCE, Bastien, AVILLACH, Paul, et al. 2014. Translational research platforms integrating clinical and omics data: a review of publicly available solutions. *Briefings in Bioinformatics*, 1-11. **Article**.
- COOPER, Rachel. 2002. Disease. *Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences*, 33(2), 263-282. **Article**.
- COWELL, Lindsay G., SMITH, Barry. 2009. Infectious disease ontology. In SINTCHENKO, Vitali (dir.), *Infectious Disease Informatics*. New York : Springer. 373-395. **Article**.
- D'AMICO, Robert. 1995. Is disease a natural kind? *Journal of Medicine and Philosophy*, 20(5), 551-569. **Article**.
- DEVEDZIC, Vladan. 2004. Education and the semantic Web. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 14(2), 165-191.
- DRAGULINESCU, Stefan. 2010. Diseases as natural kinds. *Theoretical Medicine and Bioethics*, 31(5), 347-369. **Article**.
- GANGEMI, Aldo, GUARINO, Nicola, MASOLO, Claudio et al. 2002. Sweetening Ontologies with DOLCE. In GÓMEZ-PÉREZ, Asuncion, BENJAMINS, V. Richards (dir.), *Knowledge engineering and knowledge management: Ontologies and the semantic Web, Lecture Notes in Computer Science*. Berlin, Heidelberg : Springer. 166-181. **Chapitre**.
- GRENON, Pierre, SMITH, Barry, Goldberg, Louis. 2004. Biodynamic ontology: applying BFO in the biomedical domain. *Studies in health technology and informatics*, 20-38.
- VAN HARMELEN, Frank. 2005. Ontology mapping: a way out of the medical tower of Babel? *Proceedings of the 10th Conference on Artificial Intelligence in Medicine, AIME'05*. Berlin, Heidelberg : Springer. 3-6. **Chapitre**.
- HAWLEY, Katherine. 2010. Temporal parts. In ZALTA, Edward N. (dir.), *The Stanford Encyclopedia of Philosophy (Winter 2010 Edition)*. Consulté le 19 janvier 2015 à <http://plato.stanford.edu/archives/win2010/entries/temporal-parts/>

JANSEN, Ludger. 2008. Categories: The top-level ontology. In MUNN, Katherine, SMITH, Barry (dir.), *Applied ontology: an introduction*. Francfort : Ontos-Verlag. 173-196. **Chapitre.**

JOHNSON, William. 1921. *Logic: Part I*. Cambridge : Cambridge University Press.

LEWIS, David. 1986. *On the plurality of worlds*. Oxford : Oxford University Press.

MARK, David M., SMITH, Barry, EGENHOFER, Max J., HIRTLE, Stephen C. 2004. Ontological foundations for geographic information science. In MCMASTER, Robert B., USERY, E. Lynn (dir.), *A research agenda for geographic information science*. Boca Raton : CRC Press. 335-350. **Chapitre.**

MASCARDI, Viviana, CORDÌ, Valentina, ROSSO, Paolo. 2006. *A comparison of upper ontologies*. WOA. 55-64.

MERRILL, Gary H. 2010. Ontological realism: Methodology or misdirection? *Applied Ontology*, 5(2), 79-108.

MIZOGUCHI, Riichiro, KOZAKI, Kouji, KOU, Hiroko, et al. 2011. River flow model of diseases. *Proceedings of the 2nd International Conference on Biomedical Ontology (ICBO 2011)*. CEUR Workshop Proceedings. 63-70.

MUMFORD, Stephen. 1998. *Dispositions*. Oxford : Oxford University Press.

MURPHY, Dominic. 2009. Concepts of disease and health. ZALTA, Edward N. (dir.) *The Stanford Encyclopedia of Philosophy (Summer 2009 Edition)*. Consulté le 19 janvier 2015 à <http://plato.stanford.edu/archives/sum2009/entries/health-disease/>

NOY, Natalya F., SHAH, Nigam H., WHETZEL, et al. 2009. BioPortal: ontologies and integrated data resources at the click of a mouse. *Nucleic acids research*, 37(suppl 2), W170-W173. **Article.**

REZNEK, Lawrie. 1987. *The nature of disease*. New York : Routledge & Kegan Paul.

REZNEK, Lawrie. 1995. Disease about kinds: reply to D'Amico. *Journal of Medicine and Philosophy*, 20(5), 571-584. **Article.**

RÖHL, Jansennes, JANSEN, Ludger. 2011. Representing disposi-

HISTORIQUE

Article initialement soumis le 2 février 2015.
 Article révisé soumis le 16 juin 2015.
 Article accepté le 3 décembre 2015

SITE WEB DE LA REVUE

sites.uclouvain.be/latosensu/index.php/latosensu/index

ISSN 2295-8029

DOI <http://dx.doi.org/10.20416/lrsrps.v3i1.273>



SOCIÉTÉ DE PHILOSOPHIE DES SCIENCES (SPS)
 École normale supérieure
 45, rue d'Ulm
 75005 Paris
www.sps-philoscience.org

tions. *Journal of Biomedical Semantics*, 2(suppl 4), S4.

ROSSE, Cornelius, MEJINO José L. V. 2003. A reference ontology for biomedical informatics: the Foundational Model of Anatomy. *Journal of Biomedical Informatics*, 36(6), 478-500. **Article.**

SCHEUERMANN, Richard H., CEUSTERS, Werner, SMITH, Barry. 2009. Toward an ontological treatment of disease and diagnosis. *Proceedings of the 2009 AMIA Summit on Translational Bioinformatics*. San Francisco. 116-120.

SMITH, Barry. 2004. Beyond concepts: ontology as reality representation. In VARZI, Achille, VIEU, Laure (dir.), *Formal Ontology in Information Systems: Proceedings of the third international conference (FOIS 2004)*. Amsterdam : IOS Press. 73-84.

SMITH, Barry (2005). Against Fantology. In MAREK, Johann Christian, REICHER, Maria Elisabeth (dir.), *Experience and Analysis*. Vienna : Öbv & Hpt. 153-170.

SMITH, Barry, ASHBURNER, Michael, ROSSE, Cornelius et al. 2007. The OBO Foundry: coordinated evolution of ontologies to support biomedical data integration. *Nature biotechnology*, 25(11), 1251-1255. **Article.**

SMITH, Barry, CEUSTERS, Werner. 2010. Ontological realism: A methodology for coordinated evolution of scientific ontologies. *Applied ontology*, 5(3), 139-188.

WILLIAMS, Neil E. 2007. The factory model of disease. *The Monist*, 90(4), 555-584. **Article.**

CONTACT ET COORDONNÉES :

Adrien Barton
 Université d'Osaka et Université de Sherbrooke
 2500 Boulevard de l'Université, Sherbrooke, QC, J1K 2R1, Canada
adrien.barton@gmail.com

Arnaud Rosier
 Générale de Santé, Hôpital Privé Jacques Cartier, Paris, France
 et INSERM UMR_S 1138 Eq 22, Paris Descartes University, Paris, France

