Entités matérielles en EFO[1]

G. Kassel

Laboratoire MIS, Université de Picardie Jules Verne
33 rue Saint-Leu, 80039 Amiens Cedex 1

Gilles.kassel@u-picardie.fr

Résumé

Cet article est une contribution au développement de l'ontologie EFO. Il s'agit de la doter d'une théorie minimale des entités matérielles. À cet effet, nous examinons à la fois la théorie des objets 'fiat' proposée par Barry Smith et Achille C. Varzi et la théorie des 'qua-objets' proposée par Kit Fine, ainsi que les théories formelles classiques du domaine de la méréo-topologie. Nous passons ces théories au crible de nos engagements ontologiques. Ceci nous conduit à introduire dans EFO les catégories de 'matière',' quantité de matière', 'objet matériel' et 'connexion matérielle'.

Mots-clés

Ontologie fondatrice, ontologie épistémique, entité physique, entité matérielle, méréotopologie, objet fiat, qua-objet

Abstract

This article is a contribution to the development of EFO ontology. The aim is to equip it with a minimal theory of material entities. To this end, we examine both the theory of 'fiat' objects proposed by Barry Smith and Achille C. Varzi and the theory of 'qua-objects' proposed by Kit Fine, as well as classical formal theories in the field of mereotopology. We scrutinize these theories in the light of our ontological commitments. This leads us to introduce into EFO the categories of 'matter', 'quantity of matter', 'material object', and 'material connection'.

Keywords

Foundational ontology, epistemic ontology, physical entity, material entity, mereotopology, fiat object, qua-object

1 Introduction

La notion d'*ontologie épistémique* rompt radicalement avec celle d'*ontologie référentielle*, eu égard aux principes métaphysiques mobilisés [8]. Suivant un principe de « réalisme ontologique », unanimement adopté par les auteurs des ontologies couramment développées en ontologie appliquée, les catégories de ces ontologies correspondent à des *universaux*, notamment physiques [1]. *A contrario*, les catégories d'une ontologie épistémique correspondent à des objets généraux de nature mentale, pensés par des sujets. Ces objets généraux et leurs instances, des objets singuliers, représentent le monde pour un sujet. Ils relèvent ainsi de connaissances (ou, à tout le moins, de croyances) d'un sujet à propos du monde, d'où le qualificatif « épistémique » attribué à cette classe d'ontologies. Celles-ci n'en demeurent pas moins des ontologies, au sens classique d'*un système structuré de catégories d'entités* supposées existantes.

Récemment, nous avons posé les bases d'une ontologie épistémique *fondatrice*, baptisée EFO (pour : Epistemic Foundational Ontology) [9]. EFO peut être considérée comme l'ontologie d'un sujet endossant les engagements ontologiques pris pour sa définition. Nous avons montré, à ce propos, que ces engagements correspondent à des principes ayant pignon sur rue en métaphysique, à défaut de correspondre à une position majoritaire en métaphysique contemporaine. EFO comporte à ce jour une trentaine de catégories parmi lesquelles figurent celles d'*entité physique*, d'*objet matériel* et de *processus matériel*. L'objet du présent article est de préciser nos conceptions de ces entités, poursuivant ainsi le développement de EFO.

À cet effet, un enjeu important est de positionner la frontière entre les entités physiques existant « véritablement », indépendamment de tout esprit humain, et la façon dont nous pensons à ces entités. Cette question continue de faire l'objet de débats en métaphysique, avec des conséquences concrètes sur la structure des ontologies fondatrices. Il en est ainsi de la distinction entre entités *bona fide* (naturelles) et entités *fiat* (artificielles) établie par Barry Smith et Achille C. Varzi [24,25], laquelle participe du principe de « réalisme ontologique » défendu par les auteurs de l'ontologie BFO [18]. Un autre exemple de théorie nourrissant le débat, et visant à établir la nature intrinsèque des objets matériels, est celle des *qua*-objets défendue par Kit Fine [5,6]. Cette dernière fonde l'approche « multiplicative » mise en œuvre dans l'ontologie DOLCE [17], consistant à admettre l'existence d'objets matériels qui soient exactement spatio-temporellement colocalisés [38].

Dans l'article, après avoir rappelé brièvement nos engagements ontologiques de base (Section 2), nous nous positionnons vis-à-vis des notions d'objet *fiat* (Section 3) et de *qua*-objet (Section 4). La conclusion que nous tirons est de reconnaître l'importance des multiples représentations coréférentielles du monde, de sens commun et scientifiques, dont nous disposons. En Section 5, nous tirons parti de ce constat et d'une analyse des théories formelles courantes en méréotopologie pour proposer une ontologie minimale des entités matérielles pour EFO.

[1] L'article est une version abrégée de l'article *Fundamental choices in Epistemic Foundational Ontology* [9] (https://hal.science/hal-05286878), centrée sur le domaine des entités physiques matérielles.

2 *Objets pensés* en EFO

La notion d'*objet pensé* que nous mettons en avant trouve son origine dans les débats intervenus au tournant du 20ème siècle au sein de l'école de Franz Brentano autour de la notion d'*intentionnalité*, des débats qui conduisirent à formuler différentes théories de l'*objet intentionnel*, à savoir l'objet auquel nos actes cognitifs réfèrent. Dans plusieurs publications, nous avons exposé ces débats et motivé notre choix de privilégier la théorie élaborée par Kazimierz Twardowski, initiée dans son [32] *Sur la théorie du contenu et de l'objet des représentations* puis stabilisée dans son [33] *L'essence des concepts*[2]. Fondamentalement, la thèse défendue par Twardowski est que toute représentation conceptuelle « fait advenir » un objet interne – nommons-le « objet du concept ».
Cette théorie de l'*objet du concept* fonde un modèle indirect de la pensée singulière (Fig. 1). Considérons un sujet pensant à un objet. Selon ce modèle, la conscience du sujet se *dirige vers* (relation *IMM*) un objet immanent – littéralement l'objet auquel le sujet pense et que nous nommons de ce fait « objet pensé ». Cet objet est pensé comme portant un ensemble de propriétés – le *contenu* de la représentation conceptuelle. L'objet pensé peut être conçu comme *représentant* (relation *REPR*) une entité à laquelle le sujet se *réfère* (relation *REF*). Dans le cas où l'objet pensé est conçu comme ne représentant aucune entité transcendante, la visée s'arrête à l'objet pensé (les flèches en pointillés dans notre diagramme signifient que les entités correspondantes n'ont pas besoin d'exister).

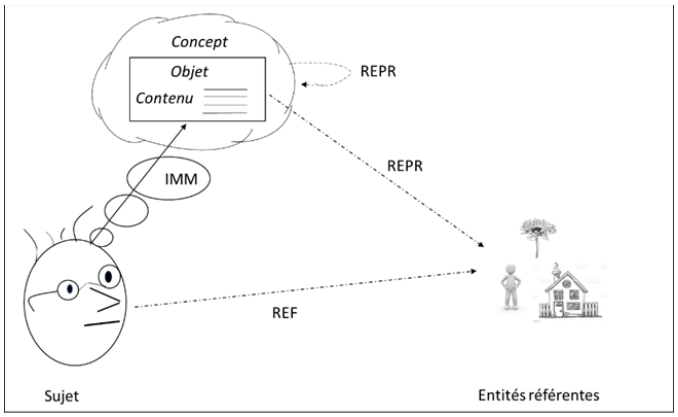

FIGURE 1 – Un concept permet à un sujet de se projeter consciemment un objet d'une catégorie quelconque

Ajoutons quelques précisions sur la nature des objets pensés.
(i) Deux catégories d'objets existent : des objets *singuliers* (ex : 'Simba', 'le Mont-Blanc', 'la pneumonie de Paul') ont pour fonction de représenter des individus ; des objets *généraux* (ex : 'lion', 'montagne', 'pneumonie') rendent compte de similarités entre objets singuliers.
(ii) Un objet *encode* des propriétés, au sens où un sujet lui attribue ces propriétés. Cette notion d'*encodage* est à distinguer de celle d'*exemplification* entre une instance et un universel, cette dernière étant indépendante de tout esprit humain.
(iii) Un objet est *indéterminé*, ou *incomplet*, au sens où, pour une propriété quelconque *F*, l'objet peut n'encoder ni *F* ni *non-F*.
(iv) Un objet *représente* pour un sujet une (ou plusieurs) entité(s) transcendante(s), au sens où le sujet reconnaît l'existence externe de cette (ces) entité(s) – nommons la(les) le « corrélat représenté ».
(v) Un objet *non-existant* est un objet auquel le sujet dénie l'existence d'un corrélat représenté (ex : 'l'actuel roi de France').
Dans la suite du texte, nous affinons les notions d'*objet pensé* et de *représentation*. À cet effet, nous commençons à nous intéresser à la notion d'objet *fiat*.

3 Entités *fiat*

La première étape de la définition d'une ontologie consiste ordinairement à poser la question : quelles entités existent ? La réponse courante est exprimée en termes de catégories d'entités relevant de modes distincts d'existence : sont existantes des entités physiques réelles, des entités mentales et des entités sociales (certains ontologues mentionnent également des entités abstraites platoniciennes). Récemment, afin de préciser cette tripartition, Smith et Varzi [24,25] ont introduit une distinction entre entités *bona fide* (naturelles) et entités *fiat* (artificielles), ces dernières résultant d'attitudes cognitives. Dans cette section, nous exposons cette distinction et nous positionnons vis-à-vis de celle-ci en tenant compte de notre reconnaissance d'objets pensés.

3.1 La notion d'entité *fiat*

Pour établir la notion d'entité *fiat*, Smith se réfère à la notion d'*objectivité* introduite un siècle plus tôt par Frege dans le fameux § 26 des *Fondements de l'arithmétique* [7]. Celle-ci permet à Frege de rendre compte de l'existence d'entités n'étant « ni matérielles, ni mentales ». Parmi ces entités figurent les objets mathématiques (ex : les nombres de l'arithmétique, les figures de la géométrie) mais également des objets consistant en des projections de concepts mathématiques sur des objets matériels (ex : 'l'axe de la Terre', 'le centre de gravité du système solaire', 'l'Équateur'). Elle intronise des entités entretenant un rapport particulier à l'esprit humain : tout en étant hors des esprits humains elles sont le « fruit » de la raison et sont « saisies » par cette dernière. Frege distingue ainsi trois mondes :

1 – le monde du réel sensible, qui agit sur nos sens ;
2 – le monde psychique des représentations, strictement subjectives ;
3 – le monde objectif, non réel car sans action sur nos sens.

Revenons à la notion d'entité *fiat* établie par Smith et Varzi. À la base, une entité *fiat* consiste en l'application cognitive de frontières *fiat* (ne correspondant à aucune discontinuité ou différence qualitative) sur des entités réelles – ces dernières étant *étendues* soit dans l'espace (pour les objets) soit dans le temps (pour les processus)[3]. Certaines frontières *fiat* sont internes, créant par là-même des entités *fiat* détachées cognitivement

[2] Nous renvoyons le lecteur à [8, § 2 *The mental intentional object*] ainsi qu'à une étude portant sur la défense par Twardowski d'une notion d'*ontologie épistémique* [10].

[3] Signalons qu'il s'agit là de la conception des processus de Smith, reprise dans l'ontologie BFO. Pour notre part, nous considérons que les processus sont des continuants dynamiques (cf. notre section 5).

d'entités réelles (ex : 'l'hémisphère Nord de la Terre', 'les trois premières minutes d'une course'). D'autres, au contraire, reviennent à fusionner plusieurs entités réelles (ex : 'une paire de chaussures', 'la constellation d'Orion', 'la révolution française'). Dans tous les cas, ces frontières *fiat* ont pour effet de créer cognitivement des entités *fiat*. Notre système visuel, notamment, est à l'origine de frontières *fiat* (ex : 'l'horizon', 'une zone de contact partagée par deux objets matériels adjacents') et, par voie de conséquence, d'objets *fiat* (ex : 'le champ visuel', 'le lacet d'une rivière', 'un tronçon de route') ainsi que de processus *fiat* (ex : 'le lever du soleil', 'la rotation du Soleil autour de la Terre'). Quant au mode d'existence de ces entités *fiat*, Smith les positionne dans le troisième monde frégéen [24, § 4] :

> Les frontières fictives auxquelles nous faisons constamment référence dans nos expressions linguistiques naturelles ne se trouvent en aucun cas dans notre tête ou dans une sphère conceptuelle fallacieuse. Elles existent plutôt dans le monde extérieur. Elles ne sont toutefois pas de nature physique. Elles sont plutôt analogues à d'autres formations socioculturelles éphémères, telles que les dettes, les proclamations, les responsabilités, entités qui font partie de ce que Frege appellerait la réalité « objective », sans pour autant relever du domaine des sciences physiques.

Les entités *fiat* évoquées jusqu'à présent, résultats de l'instauration de frontières *fiat*, correspondent en quelque sorte à des entités physiques augmentées, en ce sens qu'elles surviennent sur des entités physiques. Mais, comme l'indique Smith dans la référence *supra*, l'inventaire ne s'arrête pas là, puisqu'on doit y inclure des entités sociales abstraites telles les dettes, les proclamations, les responsabilités. En ontologie sociale contemporaine, la distinction entre entités physiques augmentées et entités sans lien direct avec le physique correspond à la distinction établie par Amie Thomasson [28] entre entités sociales *concrètes* et *abstraites*[4]. En résumé : les entités fiat-sociales, qu'elles soient concrètes ou abstraites, peuplent le troisième monde frégéen ; leur objectivité tient au fait qu'elles sont publiquement maintenues au moyen de chaînes de communications.

3.2 Notre évaluation

Les engagements que nous avons pris concernant la nature mentale des objets intentionnels invitent à exclure l'existence d'un troisième monde frégéen. Nous identifions dès lors les objets *fiat* à des objets pensés. Ce faisant, nous revenons à une conception conceptualiste et mentaliste des entités sociales prédominante au 19ème siècle, avant que Frege n'extrude le social du mental. Comme déjà argué (cf. [8,9]), nous nous rangeons au verdict de Michael Dummett [2] assimilant ce troisième monde frégéen à une « mythologie ontologique ». La raison principale en est le prix à payer en termes de caractérisation d'une architecture cognitive, consistant à postuler l'existence d'un sixième sens permettant à des sujets de « saisir » des entités extra-mentales. Nous précisons ci-dessous nos engagements vis-à-vis des objets sociaux concrets et de la nature des entités qualifiées de *bona fide* par Smith et Varzi.

3.2.1 Objets sociaux concrets

Les objets sociaux concrets sont couramment considérés comme possédant une double nature. Ainsi, selon Thomasson [29], les œuvres d'art et autres objets culturels (ex : une cathédrale, un drapeau) sont considérés comme dépendant tout à la fois d'actes conscients intentionnels et de supports physiques (ex : un bâtiment, une pièce de tissu). Ces objets intentionnels matériels dépendent rigidement de leur support physique, ce qui permet d'y accéder à partir de leur support, mais implique qu'ils ne survivent pas à la destruction de ce dernier.
Suivant nos engagements, les objets sociaux concrets sont des objets pensés. L'accès (une pensée) à de tels objets correspond à un acte conscient intentionnel – la présentation d'un objet pensé – et ces objets peuvent être pensés comme non-existants, que leur corrélat physique représenté n'existe pas (dans un jugement correct), ou qu'il existe (dans le cas d'un jugement erroné). Ces objets sont dotés à la fois de propriétés physiques et non-physiques, par exemple fonctionnelles.

3.2.2 Images manifestes vs scientifiques du monde réel

Poursuivons sur les entités physiques réelles pour distinguer deux principales modalités de connaissance que nous entretenons à leur égard. Nous parlons d'entités de sens commun pour désigner les entités qui nous sont données par la perception. Pour compléter la connaissance du monde physique que nous offre la perception, les scientifiques utilisent des outils d'investigation qui nous en confèrent une tout autre image de ce monde. Déjà, le physicien anglais Arthur Eddington dans ses conférences de 1928 [4] distinguait-il les deux tables, chaises, stylos, etc., présents dans son bureau, assimilant les objets décrits par la physique à de « nombreuses charges électriques courant ça et là avec une grande vitesse ». Ces objets décrits par la physique correspondent à la façon dont Smith et Casati conçoivent leurs objets *bona fide*, lorsqu'ils les assimilent à des « configurations de particules en mouvement comparables (à l'échelle macroscopique) à des essaims d'abeilles ». Précisons nos engagements. Une théorie physique n'en reste pas moins une théorie ou un modèle du monde réel (ambitionnant simplement d'être plus proche de la réalité ultime). Parler d''objets' et de 'processus' d'un côté, et de 'configurations dynamiques de microparticules' d'un autre, ne revient pas à se référer à deux mondes, l'un manifeste, l'autre scientifique, mais à entretenir deux modèles d'un même monde. Nous assimilons ainsi les constituants de ces modèles à des objets pensés coréférentiels du monde réel.

Résumons notre position. Certains objets pensés ont une dimension sociale. Toutefois, chaque sujet en a une représentation personnelle. Ainsi, plutôt que de postuler qu'il existe un unique 'Équateur' dans un monde extra-mental, nous convenons que chaque sujet a sa propre représentation de l'Équateur. Concernant nos pensées à des entités physiques, que nous les jugions existantes ou non, nous les concevons généralement suivant différents points de vue. Nous avons ainsi affaire à différents objets pensés coréférentiels d'une même réalité physique. Dans la suite du texte, nous continuons à nous focaliser sur les entités physiques réelles. Dans la section

[4] Dans son ontologie de la référence, Smith (1978) avait établi une distinction analogue en arguant qu'une telle caractérisation s'applique aussi aux objets mathématiques, bien qu'habituellement conçus selon une philosophie platonicienne.

suivante, nous évaluons une théorie métaphysique – celle des *qua*-objets – ayant les faveurs de la communauté ontologie appliquée.

4 *Qua*-objets

Abordons une théorie proposée par Fine dans une série de papiers (notamment [5] et [6]) et dont l'ambition est de rendre compte de la nature intrinsèque des entités matérielles. Celle-ci repose sur les notions d'*incarnation* (*embodiment*) et de *qua*-objet, que nous présentons en § 4.1. En § 4.2, nous exposons son adoption par les auteurs de l'ontologie DOLCE, afin de justifier l'existence d'objets matériels qui soient exactement colocalisés spatio-temporellement. Nous évaluons cette théorie en § 4.3.

4.1 Notions d'*incarnation* et de *qua-objet*

Avec la notion d'*incarnation*, Fine se fixe comme objectif [6, p. 61] « d'esquisser une théorie de la nature générale des choses matérielles » et, plus précisément, de répondre à la question « Qu'est-ce qui, dans leur nature, rend compte de leur division en parties ? ». Les objets matériels composés se trouvent répartis, selon Fine, en deux catégories, à savoir les *incarnations rigides* dont les parties sont atemporelles (ex : une molécule, un sandwich) et les *incarnations variables* dont les parties dépendent du temps (ex : un corps humain, une voiture, une rivière). Pour notre propos, nous nous limitons à présenter la notion d'*incarnation rigide*, admettant comme spécialisation celle de *qua-objet*.

Une *incarnation rigide ir* est un objet composé d'objets *a*, *b*, *c*, … et d'une relation *R*, correspondant au *principe* de l'incarnation : $ir = \langle a, b, c, \ldots/R\rangle$. Par exemple, un sandwich au jambon *sj* est un objet composé de deux tranches de pain p_1, p_2, d'une tranche de jambon *j* et de la relation *Être entre* : $sj = \langle p_1, j, p_2/\textit{Être entre}\rangle$. L'incarnation *ir* existe à un temps *t* ssi *R* tient pour les objets *a*, *b*, *c*, … au temps *t*. Un cas particulier d'incarnation rigide est le *qua*-objet, introduit par Fine dans [5]. Un *qua*-objet *q-o* est composé d'un seul objet *o* et d'une propriété *P* : $q\text{-}o = \langle o \text{ qua } P\rangle$. Un exemple de qua-objet est une statue de Goliath *sG* composée d'un bloc de bronze *b* et de la propriété *Avoir la forme de Goliath* : $sG = \langle b \text{ qua } \textit{Avoir la forme de Goliath}\rangle$, une notation s'interprétant également comme « *b* sous la description *Avoir la forme de Goliath* ». Les objets et la relation (ou propriété) sont nommés « composants » de l'incarnation, sans toutefois que Fine définisse formellement cette relation de partité. Concernant l'identité des incarnations, Fine considère que des incarnations peuvent être identiques alors qu'elles mentionnent des *principes* différents (intuitivement, ces principes correspondent à de mêmes états de choses). Par exemple, concernant l'objet sandwich au jambon, on peut considérer que $sj = \langle p_1, j, p_2/\textit{Être entouré de}\rangle$.

Une caractéristique essentielle de la théorie de Fine est de bousculer les conceptions habituelles des entités matérielles en y intégrant des composants conceptuels, comme il le reconnaît lui-même [6, p. 74] :

> Ces considérations nous conduisent à une image du monde matériel qui s'apparente davantage aux domaines abstraits des ensembles ou des propositions qu'aux domaines concrets envisagés par le méréologue (…). Les choses matérielles jouissent d'une structure hiérarchique : elles peuvent incarner un élément intensionnel significatif ; et elles appartiennent à une vaste superstructure dont les objets que nous reconnaissons habituellement ne sont qu'une petite partie. Ainsi, si j'ai raison, ce n'est qu'en abandonnant notre conception habituelle des choses matérielles comme relativement non structurées, complètement non conceptuelles et ontologiquement limitées dans leur nature, que nous pouvons parvenir à une compréhension correcte de ce qu'elles sont.

Selon Fine, la portée de ces notions est très large, notamment celle de *qua*-objet, puisque, au gré des descriptions, cette dernière permet de rendre compte, par exemple, de rôles joués par des objets matériels ou de les doter de fonctions. Ce potentiel est couramment exploité par les auteurs de DOLCE pour défendre une approche « multiplicative » concernant les entités matérielles.

4.2 L'approche multiplicative prônée par les auteurs de DOLCE

L'approche multiplicative, consistant à admettre des objets matériels colocalisés spatio-temporellement, est un des piliers de l'ontologie fondatrice DOLCE [17, pp. 13-14] :

> Un choix de base que nous faisons dans DOLCE est l'approche ainsi nommée *multiplicative* : différentes entités peuvent être co-localisées dans le même espace-temps. La raison pour laquelle nous *assumons* qu'elles sont différentes est parce que nous leur *attribuons* des propriétés essentielles incompatibles. L'exemple classique est celui du vase et de la quantité d'argile : nécessairement, le vase ne survit pas à un changement radical de forme ou de topologie, tandis que, nécessairement, la quantité d'argile le fait. Ainsi les deux choses doivent être différentes, et pourtant co-localisées (…) le vase est *constitué* par une quantité d'argile, mais ce n'est pas une quantité d'argile.[5]

Les questions ontologiques posées par l'approche multiplicative sont nombreuses, touchant à l'identité (notamment diachronique), la constitution matérielle, l'essentialisme, la modalité. Pour éclairer ces questions, nous complétons la présentation de l'exemple du vase. Quelques pages plus loin, les auteurs de DOLCE s'appuient sur l'analyse de Judith J. Thomson [31] pour préciser quelles entités existent à des temps successifs dans la construction de l'artefact. À cette occasion, ils considèrent l'exemple similaire d'une statue représentant Goliath [17, p. 21] :

> J'achète une portion d'argile (PORTION) à 9 heures. À 14 heures, je fabrique une statue (GOLIATH) avec PORTION et je pose GOLIATH sur une table. À 15 heures, je remplace la main gauche de GOLIATH par une nouvelle et je jette l'ancienne main à la poubelle. Trois raisons permettent d'affirmer que PORTION n'est pas GOLIATH :
> (i) Différence d'histoire. PORTION est présent à 9 heures, mais GOLIATH ne l'est pas.
> (ii) Différence dans les conditions de persistance. À 15 heures, GOLIATH est entièrement présent sur la table, mais PORTION n'est pas entièrement présent sur la table (une statue peut subir des remplacements de certaines parties, mais ce n'est pas le cas pour une quantité (portion) de matière, au sens où toutes les parties de

[5] Récemment, cette même approche multiplicative a été adoptée pour étendre DOLCE au domaine des rôles [38]. Dans la mesure où cette extension soulève les mêmes questions ontologiques, pour notre propos dans cet article nous ne traitons que l'exemple du vase-artefact.

PORTION sont essentielles, contrairement aux parties de GOLIATH). PORTION peut survivre à un changement de forme, GOLIATH non.
(iii) Différence dans les propriétés relationnelles essentielles. Il est métaphysiquement possible pour PORTION, mais pas pour GOLIATH, d'exister en l'absence d'un monde de l'art, d'un artiste ou d'intentions de qui que ce soit.

4.3 Notre évaluation

Pour notre évaluation, nous évoquons tout d'abord les propositions de Fine, en restant sur des principes généraux, puis nous nous focalisons sur la notion de *qua*-objet en comparant nos engagements ontologiques à ceux des auteurs de DOLCE.
La théorie de l'*incarnation* de Fine souffre à nos yeux d'un défaut important et rédhibitoire. Elle revient à introduire des objets inhomogènes sur un plan métaphysique (ayant pour composants des entités matérielles et intensionnelles ou conceptuelles) habituellement considérés, pour cette raison même d'inhomogénéité, comme des chimères ontologiques. Nous formulons la même remarque à propos de la statue de Goliath dont le critère d'identité intègre le concept du personnage mythique de Goliath, un composant non matériel. Pour ce qui nous concerne, nous tenons à préserver ce principe, d'une part parce que nos présupposés ontologiques – notamment celui d'une partition entre entités physiques et mentales – nous empêchent d'envisager de telles entités hybrides, d'autre part parce que nous estimons que d'autres voies sont possibles pour rendre compte de la structure des objets matériels en ne mobilisant que des principes physiques. Nous avons récemment proposé une telle approche faisant appel à deux catégories complémentaires d'entités, à savoir des *processus* et des *connexions* [11]. Nous nous contentons ici d'en donner un bref aperçu, illustré sur l'exemple du sandwich au jambon. En premier lieu, le poids de la tranche supérieure de pain d'un sandwich tenu à l'horizontale est suffisant pour assurer son intégrité. Pour prévenir des mouvements pouvant mettre à mal cette intégrité, de la matière grasse (ex : du beurre) peut être ajoutée qui améliore l'adhésion des tranches de pain et du jambon. Enfin, si cela ne suffit pas, pour faciliter le transport du sandwich, un morceau de papier enveloppant le sandwich peut être ajouté. En résumé, avec ou sans ajout de matière, l'action de forces variées – que nous identifions plus généralement à des *processus* – affectant des composants permet de les *connecter* pour constituer des touts composés. En § 5.3, nous revenons sur la notion de *connexion matérielle*.
Poursuivons sur l'exemple de la statue en nous positionnant vis-à-vis de la proposition des auteurs de DOLCE. Une différence fondamentale réside dans les catégories sous lesquelles tombent GOLIATH et PORTION : nous identifions GOLIATH à un objet pensé dont le corrélat représenté se trouve être PORTION, soit un morceau d'argile (ce pourrait être un bloc de bronze). Nous sommes bien en présence de deux objets, mais qui ne sont pas co-localisés. L'un – notre $\text{GOLIATH}_{\text{pensé}}$ – est dans la tête du sculpteur, l'autre – notre $\text{PORTION}_{\text{physique}}$ – se trouve sur la table de son atelier. La relation entre les deux objets est une relation de *représentation* et non de *constitution*. $\text{GOLIATH}_{\text{pensé}}$ est doté de propriétés représentant *conceptuellement* des caractéristiques matérielles de $\text{PORTION}_{\text{physique}}$, notamment le fait que sa forme soit celle d'un personnage mythique, tel qu'il est conventionnellement représenté. Par ailleurs, $\text{GOLIATH}_{\text{pensé}}$ est doté d'autres propriétés non matérielles. Par exemple, il possède des parties ayant une fonction physiologique tel qu'un nez, une bouche, etc.
(i) Différence d'histoire. À 9H, avant que le morceau d'argile ne prenne la forme de Goliath, le sculpteur a en tête une représentation mentale du morceau d'argile[6] ; à 14H, celle-ci a évolué en $\text{GOLIATH}_{\text{pensé}}$.
(ii) Différence dans les conditions de persistance. Certaines modifications affectant $\text{PORTION}_{\text{physique}}$ préservent l'identité de $\text{GOLIATH}_{\text{pensé}}$ aux yeux d'un observateur. La présence de parties organiques participe des critères d'identité de $\text{GOLIATH}_{\text{pensé}}$. En revanche, le fait que des changements de parties de $\text{PORTION}_{\text{physique}}$, même minimes, affectent son identité (l'hypothèse des auteurs de DOLCE) est questionnable. La raison de l'essentialisme méréologique attribué à PORTION est de l'assimiler à une *quantité de matière*. Une telle entité est communément convoquée dans des exemples comme celui-ci : en écrasant un château de sable, le château n'existe plus, tandis que la *quantité de sable* demeure sur place. Notre position consiste à distinguer deux entités. D'une part, nous considérons qu'une portion d'argile, tout comme un bloc de bronze ou encore un amas de sable en forme de château, sont des objets matériels ordinaires pouvant changer de forme et de parties (dans certaines proportions) sans que leur identité en soit affectée (ce qui correspond à la doctrine de l'endurantisme). D'autre part, nous admettons en complément dans notre inventaire ontologique des entités de type 'quantité de matière' servant à mesurer une pluralité indénombrable d'entités, comme une 'quantité d'argile' (de molécules d'argile) ou une 'quantité de sable' (de grains de sable)[7]. Ces dernières entités, correspondant à des mesurages, ne sont pas physiques mais mentales. Nous développons ces engagements dans la section suivante.

5 Entités matérielles en EFO

Dans cette section, nous capitalisons sur les analyses des sections précédentes pour approfondir le domaine des *entités matérielles* de EFO (un extrait des principales catégories de EFO est présenté en fin de section, en Fig. 2 ; les catégories nouvellement introduites ou caractérisées apparaissent en caractères gras). La structure de EFO est largement fondée, d'une part, sur une partition des *entités mondaines* (temporaires) en *entités physiques* et *mentales* et, d'autre part, sur une prise en compte des caractéristiques *physiques* comme subsumant celles *matérielles*. En première partie de section, nous tirons parti de cette structure pour doter les entités physiques d'une méréotopologie (§§ 5.1 & 5.2). En seconde partie, nous nous focalisons sur les entités matérielles pour définir les catégories de *matière*, *objet matériel*, *quantité de matière* et de *connexion matérielle* (§ 5.3).

[6] Il convient de noter que l'inventaire demeure incomplet. En effet, dès 9H, le sculpteur a également en tête une représentation de la statue qu'il a l'intention d'obtenir. Pour notre propos, nous laissons de côté cet objet pensé.

[7] Voir la justification en § 5.3.

5.1 Choix de principes méréotopologiques

Les objets matériels, notamment ordinaires, étant considérés avant tout comme des entités occupant des régions spatio-temporelles, autrement dit comme des entités physiques, leurs caractéristiques méréotopologiques sont à prendre en considération en priorité pour définir leurs critères d'identité. À cet effet, nous disposons d'un socle de théories [23,35] constituant le fonds de commerce des ontologies fondatrices courantes. Le terme composé « méréo topologie » s'explique par le fait qu'une méréologie apporte classiquement la notion de *partie* mais qu'elle ne permet pas à elle-seule de rendre compte de *touts* qui soient « d'une seule pièce », ce qui correspond à la contribution de la topologie. Dans cette sous-section, nous passons ces théories au crible de nos engagements ontologiques, afin de sélectionner nos principes de base.

Côté méréologie, la théorie standard, ou Méréologie Extensionnelle Classique (MEC), nous est connue grâce principalement à l'ouvrage de Peter Simons [19]. Un attrait reconnu de la MEC est de reposer sur un nombre restreint de notions – *partie*, *partie propre*, *chevauchement*, *disjonction*, *somme*, *produit*, *atomicicité* – et de ne comporter qu'un nombre également restreint d'axiomes. En réalité, la MEC recouvre une famille de systèmes logiques dépendants du choix d'une notion comme primitive et des axiomes retenus. Pour la présentation, nous retenons comme primitive la notion de *partie*, habituellement définie comme une relation d'ordre partiel : la relation est réflexive (chaque chose est une partie d'elle-même), antisymétrique (deux choses distinctes ne peuvent être des parties l'une de l'autre) et transitive (toute partie d'une partie d'une chose est également partie de cette chose). En complément des propriétés algébriques de la relation de *partie*, la MEC comporte deux principaux principes :

<u>Principe de la « composition non-restreinte »</u> : à partir du moment où existent deux choses, il existe une fusion de ces choses.

<u>Principe de « l'extensionalité »</u> : deux choses distinctes ne peuvent avoir les mêmes parties propres.

Le principe d'extensionalité porte également le nom de principe de « l'unicité de la composition » : il n'arrive jamais que des mêmes choses aient deux fusions différentes. Le lecteur notera que ces principes font appel aux notions d'*existence* et d'*identité*, ce qui justifie le caractère fondamental de la méréologie.

Côté topologie, nous retenons comme primitive pour la présentation la relation de *connexion*. Celle-ci est habituellement définie comme réflexive (chaque chose est connectée avec elle-même) et symétrique (si une chose est connectée à une seconde chose, la seconde est connectée à la première). Deux principes lui sont associés :

<u>Principe de « monotonie méréologique »</u> : chaque chose est connectée à tout ce dont ses parties sont connectées.

<u>Principe de « contact externe »</u> : toute chose est connectée avec son complément méréologique.

Afin de décider des principes à retenir, une remarque préliminaire s'impose. Les systèmes méréo-topologiques venant d'être présentés sont des ontologies *formelles* en ce sens que leur domaine de quantification est celui d'*individus*, des entités neutres ontologiquement[8]. Pour ce qui nous concerne, le domaine de quantification est celui d'*objets pensés* comme relevant de catégories diverses et l'équivalent des principes correspond aux significations que nous attribuons aux propriétés, notamment celles de *partie* et de *connexion*. Nous envisageons dès lors que les significations puissent varier selon les catégories d'objets pensés, par exemple que la notion de *partie* s'appliquant aux objets physiques soit distincte de celle s'appliquant aux expressions linguistiques (permettant qu'une même lettre soit plusieurs fois « partie » d'un mot). Dans ce qui suit, nous illustrons avec un exemple les conséquences de tels engagements.

Considérons un couteau posé sur une table se présentant sous la forme d'un manche et d'une lame parfaitement homogènes et connectés ensemble. À la question – combien d'objets sont sur la table –, plusieurs réponses sont possibles : (i) un (le couteau) ; (ii) deux (le manche et la lame) ; (iii) trois (le manche, la lame et le couteau) ; (iv) plus de trois (n'importe quelle partie arbitraire du couteau)[9].

Les réponses habituellement citées et compatibles avec la CEM sont (iii), voire (i). L'option (ii) est exclue en vertu du principe de composition non-restreinte (nécessairement, le couteau existe également). L'option (i) reflète un point de vue aristotélicien revenant à n'attribuer le statut d'objet qu'aux *substances*, à savoir ces objets maximalement connectés, jouissant d'une existence indépendante. Ce point de vue se retrouve dans la doctrine des « objets simples », notoirement défendue par Ned Markosian [15], consistant à considérer qu'un objet tel un couteau n'a aucune partie *bona fide*, seulement des parties *fiat* (par exemple un manche et une lame). Un point de vue proche, connu sous le nom de « doctrine des parties non détachées » depuis sa défense par Peter Van Inwagen [34], consiste à conférer au manche et à la lame le statut de parties « potentielles » ne devenant « actuelles » qu'en cas de détachement. En l'occurrence, l'option que nous comptons défendre est l'option (iv). Il nous faut pour cela préciser ce que nous entendons par « objet ».

Suivant nos engagements ontologiques, nous avons le choix entre considérer des entités en soi ou des entités pensées. L'ontologie EFO étant une ontologie épistémique, l'inventaire que nous visons est un inventaire d'entités pensées. Dès lors, la notion d'*objet* que nous retenons est celle d'objet *pensé*, lequel *représente* une (ou des) entité(s) en soi (son « corrélat représenté »). En tout cas, nous abandonnons l'idée d'établir une ontologie *formelle*. De ce fait, pour nos notions et principes méréotopologiques, nous faisons le choix d'interprétations adaptées à notre domaine des objets matériels.

Pour établir en premier lieu une méréologie, nous choisissons de retenir comme notion de base celle d'*extension spatiale*. Ceci nous conduit à définir les notions d'*objet physique* (le terme

[8] Rappelons à ce propos que la première version en langue anglaise de la méréologie classique, publiée en 1940 par Henry S. Leonard et Nelson Goodman [14], était dénommée « Calcul des individus ».

[9] Nous reprenons ici un questionnaire posé par Varzi [36, p. 31], auquel nous avons ajouté l'option (iv).

« objet » est à prendre au sens large d'« entité ») et de « partie physique » au moyen des caractérisations suivantes :

- Un *objet physique* est toute entité occupant une région spatiale à un temps t[10].
- Une *partie* d'un objet physique à un temps t est l'objet physique occupant à ce même temps une sous-région spatiale de celle occupée par l'objet[11].

Suivant notre étude des objets *fiat* en Section 2, nous admettons que des procédés perceptifs et cognitifs conduisent à penser à n'importe quelle partie d'un tout. De ce fait, à la question posée ci-dessus du nombre d'objets posés sur la table, nous retenons l'option (iv) en considérant des parties arbitraires du couteau. Les objets physiques en question sont plus précisément les corrélats physiques représentés des parties pensées. Parmi les parties du couteau figurent la lame et le manche qui, non seulement ne sont pas arbitraires, mais sont essentielles à l'identité d'un couteau. Ces parties sont dotées de critères d'identité fonctionnels, venant s'ajouter aux critères d'extension spatiale.

Qu'en est-il pour les principes de composition non-restreinte et d'extensionalité ? À nouveau, suivant notre discussion des objets *fiat* en Section 2, nous avons vu que l'imagination peut nous faire penser à des fusions quelconques d'objets matériels. De telles fusions peuvent avoir une justification fonctionnelle comme dans le cas d'une paire de chaussures, d'un jeu de cartes ou d'un archipel. À l'instar de parties fonctionnelles telle la lame ou le manche d'un couteau, nous considérons que ces objets matériels dispersés spatialement ont des critères d'identité fonctionnels. En revanche cela ne signifie pas pour autant qu'un objet fusion de deux objets quelconques soit *nécessairement* pensé. Le principe de composition non-restreinte doit donc être abandonné. Quant au principe d'extensionalité, il est clair que, suivant le sens commun, nous admettons que des objets puissent changer de parties tout en conservant leur identité, ce qui correspond à la doctrine de l'endurantisme. Cette dernière est du reste compatible avec notre connaissance scientifique des entités matérielles en soi. La science nous enseigne que des échanges de matière entre les entités matérielles et leur environnement sont continuels. Nous savons, par exemple, que la matière composant la peau des êtres humains est complètement renouvelée toutes les trois semaines, autrement dit que nous changeons de peau une douzaine de fois par an. Pour autant, nous conservons une identité d'être humain. En conclusion, le principe d'extensionalité doit également être abandonné.

Dans ce qui précède, nous avons évoqué des fusions *fiat*, mais qu'en est-il des fusions *bona fide* ? La MEC a la réputation de ne pas distinguer entre un objet consistant en un assemblage de parties et un tas de ses parties désassemblées. Comme indiqué précédemment, la topologie constitue une première étape pour permettre de rendre compte de touts « d'une seule pièce ». Pour établir une topologie, l'interprétation de sens commun que nous donnons à la notion de *connexion* est celle d'une *continuité spatiale* d'objets physiques. Mais, simple continuité ou contact physique ne suffit pas à rendre compte d'un assemblage solide de composants. Pour rendre compte de touts « d'un seul tenant », nous retenons en § 5.3 une notion de *connexion matérielle*.

5.2 Primitives méréotopologiques

Dans cette section, nous introduisons de façon plus formelle nos primitives méréotopologiques au moyen d'une axiomatique en Logique du 1er ordre (complétant ainsi une première esquisse présentée dans [9, § *3 Outline of an axiomatic system for EFO*]. La finalité de l'exercice est de définir plus précisément nos notions et, à cette occasion, de nous positionner vis-à-vis de théories formelles ainsi que d'ontologies fondatrices existantes. Sur un plan formel, précisons que le domaine de quantification de l'axiomatique est restreint à des objets pensés.

En guise de première étape pour aborder le domaine de la méréo-topologie, nous introduisons la relation 'dans(x,y)' signifiant que 'l'`Entité` *x* est à l'intérieur de l'`Entité` *y*' (A1), une relation que nous caractérisons comme irréflexive (A2) et antisymétrique (A3)[12]. Cette relation va nous servir à définir, par spécialisation, plusieurs autres relations. Dans l'immédiat, nous l'utilisons pour déclarer la non-perméabilité des mondes (A4). Mis à part les `Régions Spatiales` et `Temporelles`, toutes les `Entités Mondaines` sont des `EntitésST (Spatio-Temporaires)`, en ce sens qu'elles sont *dans* l'espace et *dans* le temps. Elles *`occupentST (Spatio-Temporellement)`* une `Région Spatiale` et une `Région Temporelle` (A6-8)[13]. Sur un plan lexical, l'expression « Être présent à » est habituellement utilisée pour exprimer l'occupation temporelle. Pour nous conformer à cette convention, nous introduisons préalablement la relation 'PrésentÀ(x,t)' (A5).

A1 $\text{dans}(x, y) \rightarrow \text{Entité}(x) \wedge \text{Entité}(y)$
A2 $\neg\text{dans}(x,x)$
A3 $\text{dans}(x,y) \rightarrow \neg\text{dans}(y,x)$
A4 $\text{EntitéMondaine}(x) \rightarrow \exists! m(\text{Monde}(m) \wedge \text{dans}(x,m))$
A5 $\text{présentÀ}(x,t) \rightarrow \text{EntitéST}(x) \wedge \text{RégionTemporelle}(t)$
A6 $\text{occupeST}(x,r,t) \rightarrow \text{EntitéST}(x) \wedge \text{RégionSpatiale}(r) \wedge \text{RégionTemporelle}(t)$
A7 $\text{occupeST}(x,r,t) \rightarrow \text{dans}(x,r) \wedge \text{présentÀ}(x,t)$
A8 $\text{EntitéST}(x) \rightarrow \exists r,t\,\text{occupeST}(x,r,t)$

[10] Une même définition est retenue par Markosian pour la notion d'*objet physique* [16]. La notion de *région spatiale* est à considérer dans le sens absolu d'une partie d'espace, et non au sens relatif d'une *place* offerte par un objet (en général *fiat*), cette dernière notion étant mobilisée dans des phrases comme « Paul est à la piscine » ou « Paul est dans l'amphithéâtre Turing ». Comme il est habituel de procéder, nous considérons la notion au sens absolu comme primitive.

[11] Depuis l'article de Thomson [30], la notion de *partie* est temporellement relativisée.

[12] Dorénavant, les catégories de EFO apparaîtront dans la fonte `Courrier New`.

[13] La notion d'*entitéST* partage avec la notion d'*objet physique* défendue par Ned Markosian [16] le fait de ne reposer que sur une notion d'occupation d'une région spatiale, sans mentionner de notion de *matière*. Ceci laisse la possibilité d'admettre parmi les objets physiques des particules élémentaires considérés comme non matérielles, tels les photons. Par ailleurs, selon Markosian [*ibid.*, p. 388], le fait qu'il soit avancé par des théories physiques que certaines particules subatomiques n'ont pas temporairement de localisation spatiale peut être interprété comme le fait que leur localisation est *indéterminée*, non qu'ils n'occupent aucune région spatiale.

À ce stade, nous pouvons doter EFO d'une méréologie de base. Une `EntitéST` *x* est une *`partieST (Spatio Temporelle)`* d'une `EntitéST` *y* lorsque *x* *`occupeST`* une `Région Spatiale` incluse dans celle *`occupéeST`* par *y* (A9-10). La notion de *partie* que nous retenons est celle ordinaire de *partie propre*. Nous attribuons de fait à la relation *`partieST`* les propriétés d'irréflexivité (A11), antisymétrie (A12) et transitivité (A13)[14]. Pour notre méréologie de base, nous choisissons d'en rester là. D'autres propriétés et relations, notamment celles de *chevauchement (overlap)* (le fait d'avoir des parties commune) ou de *sous-jacence* (*underlap*) (le fait d'être des parties d'une même entité) peuvent être aisément définies à partir de cette primitive (cf. [35, § 2 *Mereology: a review*]).

A9 $\text{partieST}(x,y,t) \rightarrow \text{EntitéST}(x) \wedge \text{EntitéST}(y) \wedge \text{RégionTemporelle}(t)$

A10 $\text{partieST}(x,y,t) \rightarrow \exists r,r'(\text{occupe}(x,r,t) \wedge \text{occupeST}(y,r',t) \wedge \text{dans}(r,r'))$

A11 $\neg\text{partieST}(x,x,t)$

A12 $\text{partieST}(x,y,t) \rightarrow \neg\text{partieST}(y,x,t)$

A13 $\text{partieST}(x,y,t) \wedge \text{partieST}(y,z,t) \rightarrow \text{partieST}(x,z,t)$

Pour compléter la définition des `EntitésST`, nous dotons EFO d'une topologie (également de base) en considérant comme primitive le prédicat 'connectéST(x,y,t)' signifiant que 'l'`EntitéST` *x* est connectée spatialement à l'`EntitéST` *y* dans la `Région Temporelle` *t*' (A14). Cette relation temporelle est réflexive (A15), symétrique (A16) et monotone vis-à-vis de la relation *`partieST`* (A17). Pour définir la notion de *tout-connecté*, nous faisons appel à l'opérateur de fusion '+', l'équivalent de l'union pour les ensembles : un objet `Auto-ConnectéST` est ainsi un objet ne pouvant être divisé en deux ou plusieurs parties déconnectées (D1). Comme pour la partie méréologique, nous ne poursuivons pas l'enrichissement de notre topologie. Les primitives que nous venons d'introduire permettent de définir des notions comme celles de *connexion spatiale externe*, de *partie interne* et de *partie tangente* (cf. [35, § 3 *The need for topology*]).

A14 $\text{connectéST}(x,y,t) \rightarrow \text{EntitéST}(x) \wedge \text{EntitéST}(y) \wedge \text{RégionTemporelle}(t)$

A15 $\text{connectéST}(x,x,t)$

A16 $\text{connectéST}(x,y,t) \rightarrow \text{connectéST}(y,x,t)$

A17 $\text{partieST}(x,y,t) \rightarrow \forall z(\text{connectéST}(z,x,t) \rightarrow \text{connectéST}(z,y,t))$

D1 $\text{Auto-ConnectéST}(x,t) =_{\text{def}} \forall y,z\ (x = y + z \rightarrow \text{connectéST}(y,z,t))$

À ce point, nous quittons la dimension proprement physique des objets pour aborder leurs caractéristiques matérielles. Rappelons qu'une de nos ambitions est notamment de rendre compte d'objets qui soient « d'un seul tenant » comme un couteau ou une tranche de jambon que nous pouvons soulever sans qu'elle se déchire.

5.3 Entités matérielles

Le point d'entrée de cette partie de l'ontologie est la notion de *matière*, ou plus exactement les notions (de sens commun et scientifique) de *matière*, associées aux notions (de sens commun et scientifique) d'*objet matériel*.

Commençons par le sens commun. L'analyse de données linguistiques référant aux objets matériels ordinaires conduit à identifier deux notions liées, à savoir celle de *matière* et celle de *quantité de matière* [26]. La notion même de *matière* intervient dans des expressions prédicatives telle « le cartable est en cuir » ou « la table est en bois ». Les matières mentionnées sont variées : *cuir*, *bois*, *fer*, *eau*, mais aussi : *bière*, *sauce tomate*, *pudding*, etc. La notion de *quantité de matière* intervient dans des expressions telle 'la quantité de sang perdue par le patient lors d'une opération' ou 'la quantité d'argile dont est constituée la statue de Goliath'. Sur un plan ontologique, nous considérons que tant les matières que les quantités de matière auxquelles réfèrent ces expressions sont des entités mentales et non physiques. L'argument en défaveur d'une physicalité est qu'une quantité de matière n'est pas une entité spatiale particulière endurant dans le temps. La 'quantité de sang' perdue par le patient durant l'opération peut correspondre à plusieurs épisodes de perte de sang. L'argument en faveur d'une nature mentale est l'idéalité de l'entité, permettant de rendre compte de diverses situations : une même quantité de sang peut avoir été perdue par le patient en d'autres occasions, ou par d'autres patients. Les catégories `Matière` et `Quantité de Matière` sont dès lors des espèces de `Continuant Psychique` (cf. Fig. 2). Toutes deux participent de la caractérisation de l'objet matériel commun `Objet Matériel_COM`. Le prédicat 'constituéDe(*o*,*x*,*t*)' signifie que 'l'`Objet Matériel_COM` *o* est constitué de la `Matière` ou de la `Quantité de Matière` *x* dans la `Région Temporelle` *t*' (A18-20).

A18 $\text{constituéDe}(o,x,t) \rightarrow \text{ObjetMatériel_COM}(o) \wedge (\text{Matière}(x) \vee \text{QuantitéDeMatière}(x)) \wedge \text{RégionTemporelle}(t)$

A19 $\text{ObjetMatériel_COM}(o) \rightarrow \exists m,t(\text{Matière}(m) \wedge \text{RégionTemporelle}(t) \wedge \text{constituéDe}(o,m,t))$

A20 $\text{ObjetMatériel_COM})(o) \rightarrow \exists q,t(\text{QuantitéDeMatière}(q) \wedge \text{RégionTemporelle}(t) \wedge \text{constituéDe}(o,q,t))$

Pour compléter la caractérisation de l'objet matériel de sens commun, attelons-nous maintenant à la question du « seul tenant ». Thomson, dans son [30] *Parthood and Identity Across Time*, prenant l'exemple du jeu d'assemblage de briques 'Tinkertoy', affirmait fameusement : « Une maison Tinkertoy est faite de briques Tinkertoy. Et, sûrement, une maison Tinkertoy est faite seulement de briques Tinkertoy : à l'évidence, il n'y a aucun autre ingrédient en complément des briques dont elle est faite ». Mais, c'est oublier ce qui permet aux briques de « tenir ensemble » ! L'explication contemporaine

[14] La propriété de transitivité de la relation de *partité* a fait l'objet de nombreuses critiques dans la littérature, des contre-exemples étant avancés comme celui-ci : la poignée est une partie de la porte, laquelle est une partie de la maison, cependant la poignée n'est pas une partie de la maison. Il se trouve que, dans cet exemple, le terme « partie » est à prendre au sens de « partie fonctionnelle » et on comprend dès lors que la poignée ne joue pas de rôle fonctionnel direct vis-à-vis de la maison. Face à ces critiques, Varzi [37] a soutenu que certaines relations partie-ϕ, notamment la relation de partie *fonctionnelle*, ne sont pas transitives. Ce n'est pas le cas de la notion de partie spatio-temporelle que nous retenons.

consiste à conférer ce rôle à des *forces* (la notion plus générale de *processus* est convoquée). Cette présence de processus est facile à constater : elle correspond à l'énergie qu'il faut fournir, autrement dit aux forces contraires qu'il faut exercer, pour désassembler les briques. La différence métaphysique entre un vélo en état de marche et un tas de ses composants désassemblés tient principalement dans un système de processus actifs.
Pour en rendre compte, nous avons introduit dans [11] la notion de *connexion physique*, que nous rebaptisons `Connexion Matérielle` en la définissant comme une espèce de `Processus Matériel`. Nous la faisons intervenir pour définir la relation 'connecteMT(c,x,y,t)' signifiant que 'la `Connexion Matérielle Temporelle` *c* connecte les `Objets Matériels_COM` *x* et *y* dans la `Région Temporelle` *t*' (A21) et pour définir la relation de *partie* `Matérielle Temporelle` (D3). Il convient de noter qu'une connexion matérielle couvre les interactions à distance, comme dans le cas du système solaire, et n'implique donc pas la connexion spatiale. Un `Objet Matériel_COM` peut donc être spatialement distribué, mais toutes ses parties spatiales sont elles-mêmes des `Objets Matériels_COM` (D4).

A21 $\text{connecteMT}(c,x,y,t) \rightarrow \text{ConnexionMatérielle}(c) \wedge \text{ObjetMatériel_COM}(x) \wedge \text{ObjetMatériel_COM}(y) \wedge \text{RégionTemporelle}(t)$

D3 $\text{partieMT}(x,y,t) =_{\text{def}} \text{partieST}(x,y,t) \wedge \exists c\,\text{connecteMT}(c,x,y,t)$

D4 $\text{ObjetMatériel_COM}(x) =_{\text{def}} \text{EntitéST}(x) \wedge \forall y,t(\text{partieST}(y,x,t) \rightarrow \text{partieMT}(y,x,t))$

La mention du processus via la notion de connexion nous donne l'occasion d'évoquer l'objet matériel tel que conçu scientifiquement. Rappelons que la théorie de l'objet pensé nous invite à faire cohabiter dans notre inventaire ontologique deux conceptions du monde matériel réel, autrement dit deux objets, l'un de sens commun, l'autre scientifique, à l'instar des deux tables du physicien anglais Arthur Eddington [4]. Pour des raisons de place, nous nous contentons d'esquisser un cadre d'analyse pour de futurs travaux. Les progrès réalisés depuis Eddington dans les sciences physiques et du vivant donnent à voir une conception processuelle des objets. Les philosophes des sciences considèrent que les choses matérielles, quelle que soit leur taille, sont de nature processuelle : ceci vaut aussi bien pour la matière inanimée, comme la molécule [27], que pour les organismes vivants [3]. Une telle conception processuelle est également en phase avec des thèses récentes en métaphysique qualifiées de néo-aristotéliciennes – en ce sens qu'elles considèrent l'objet matériel comme composé de *matière* et de *forme*. Il en est ainsi de la thèse 'hylémorphique' (le mot grec 'hylé' signifie *matière*) défendue par Kathrin Koslicki [12,13], assimilant la forme à une structure fondée sur des interactions dynamiques entre composants. Poussant plus loin le caractère dynamique de la forme, Jérémy Skrzypek [20,21][15]défend une thèse baptisée « hyléénergéisme » (le terme 'énergéisme' est une traduction du terme 'energia' utilisé par Aristote pour désigner l'*activité*) selon laquelle un objet est « de la matière en activité ». Le bilan de ces thèses est que l'objet est fondamentalement un processus ou activité. En Fig. 2, la catégorie `Objet Matériel_SCI` est positionné comme une espèce de `Processus Matériel` pour des investigations à venir.

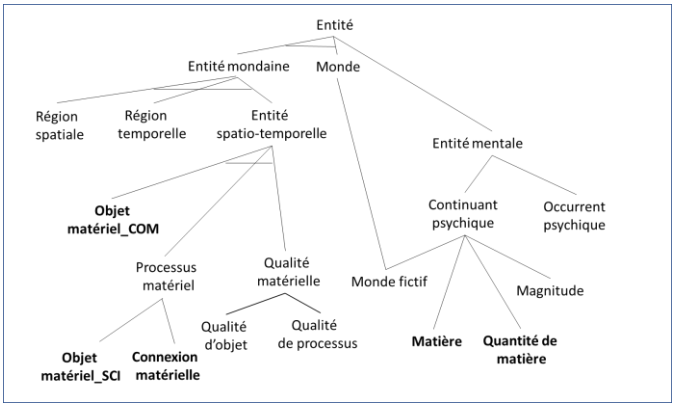

FIGURE 2 – Ontologie des entités matérielles de EFO

6 Conclusion

Dans cet article, nous avons posé les bases d'une ontologie des entités matérielles pour l'ontologie fondatrice EFO. Son domaine et sa structuration la distinguent des ontologies fondatrices couramment développées.
Son domaine est plus étendu, couvrant à la fois : (i) des entités physiques réelles considérées comme existant véritablement ; (ii) des entités physiques réelles imaginées, comme des parties ou des fusions arbitraires d'entités véritables, mais aussi des entités « manifestes », à l'instar d'un coucher de Soleil ; enfin, (iii) des entités fictionnelles conçues comme existant dans des mondes fictifs. En complément d'entités physiques, l'ontologie des entités matérielles comporte des entités mentales, notamment des 'quantités de matière', à distinguer de portions de matières assimilées à des objets matériels ordinaires.
En contrepartie de cet élargissement, les entités matérielles physiques sont définies sur des bases exclusivement matérielles, sans faire appel à des composants intensionnels ou conceptuels. Dès le premier niveau de EFO, les entités physiques sont définies comme distinctes des entités mentales.
Cette ontologie minimaliste ne demande qu'à être développée. Sous la catégorie des objets matériels de sens commun devraient se loger les substances aristotéliciennes, les portions de matière, les piles et agrégats de substances. De son côté, la caractérisation de l'objet matériel scientifique nécessite d'investiguer les notions de *niveau de réalité* et de relations intra et inter niveaux.

Références

[1] S. Borgo, A. Galton & O. Kutz, Foundational ontologies in action, *Applied Ontology*, Vol. 17, N° 1, pp. 1-16, 2022.

[2] M. Dummett, *Frege and Other Philosophers*, Oxford: Clarendon Press, 1991.

[3] J. Dupré & D. J. Nicholson, A Manifesto for a Processual Philosophy of Biology, in D.J. Nicholson & J. Dupré (eds.), *Everything Flows: Towards a Processual Philosophy of Biology* (pp. 3-45), Oxford University Press, 2018.

[15] Nous renvoyons le lecteur à son ouvrage [21] pour une présentation des travaux des auteurs contribuant à cette approche.

[4] A. S. Eddington, *The Nature of the Physical World*, New York: The MacMillan company, 1928.

[5] K. Fine, Acts, Events and Things, in *Language and Ontology*, Proc. of the *Sixth International Wittgenstein Symposium* (pp. 97-105), Vienna: Holder-Pichler-Tempsky, 1982.

[6] K. Fine, Things and Their Parts, *Midwest Studies in Philosophy*, Vol. 23, N° 1, pp. 61-74, 1999.

[7] G. Frege, *Les Fondements de l'arithmétique. Recherche logico-mathématique sur le concept de nombre*, Paris : Le Seuil, 1969 ; traduction française par C. Imbert de : *Grundlagen der Arithmetik. Eine logisch-mathematische Untersuchung über den Bregriff der Zhal*, Breslau : Koebner, 1884.

[8] G. Kassel, A plea for epistemic ontologies, *Applied Ontology*, Vol. 18, N° 4, pp. 367-397, 2023.

[9] G. Kassel, Fundamental choices in Epistemic Foundational Ontology, *Advances in Knowledge Representation*, *Special Issue: Top and Middle Level Ontologies*, Vol. 5, N° 3, pp. 53-73, 2025.

[10] G. Kassel, Le legs twardowskien d'une ontologie épistémique, *Philosophiques*, Vol. 52, N° 1, pp. 81-108, 2025.

[11] G. Kassel, Connexions et relations, *ROIA*, Vol. 6, N° 1-2, pp. 59-83, 2025.

[12] K. Koslicki, *The Structure of Objects*. Oxford: Oxford University Press, 2008.

[13] K. Koslicki, *Form, Matter, Substance*, Oxford: Oxford University Press, 2018.

[14] H. S. Leonard & N. Goodman, The Calculus of Individuals and Its Uses, *Journal of Symbolic Logic*, Vol. 5, N° 2, pp. 45-55, 1940.

[15] N. Markosian, Simples, *Australian Journal of Philosophy*, Vol. 76, N° 2, pp. 213-226, 1998.

[16] N. Markozian, What are Physical Objects?, *Philosophy and Phenomenological Research*, Vol. 61, N° 2, pp. 375-395, 2000.

[17] C. Masolo, S. Borgo, A. Gangemi, N. Guarino & A. Oltramari, The WonderWeb Library of Foundational Ontologies and the DOLCE ontology, WonderWeb Deliverable D18, Final Report, vr. 1.0, 2003.

[18] J. N. Otte, J. Beverley & A. Ruttenberg, BFO: Basic Formal Ontology, *Applied Ontology*, Vol. 17, N° 1, pp. 17-43, 2022.

[19] P. Simons, *Parts: A Study in Ontology*, Oxford: Clarendon Press, 1987.

[20] J. W. Skrzypek, From potency to act: hyloenergeism, *Synthese*, Vol. 198 (Suppl 11), pp. 2691-2716, 2021.

[21] J. W. Skrzypek, *A Dynamic Theory of Hylomorphism: Form as Activity*, New York: Routledge, 2025.

[22] B. Smith, Frege and Husserl: The Ontology of Reference, *Journal of the British Society for Phenomenology*, Vol. 9, N° 2, p. 111–125, 1978.

[23] B. Smith, Mereotopology: A theory of parts and boundaries, *Data and Knowledge Engineering*, Vol. 20, N° 3, pp. 287–303, 1996.

[24] B. Smith, Fiat Objects, *Topoi*, Vol. 20, N° 2, pp. 131-148, 2001 ; *version étendue de [24].*

[25] B. Smith & A. C. Varzi, Fiat and Bona Fide Boundaries, *Philosophy and Phenomenological Research*, Vol. 60, N° 2, pp. 401-420, 2000.

[26] M. Steen, The Metaphysics of Mass Expressions, in E. N. Zalta & U. Nodelman (eds.), *The Stanford Encyclopedia of Philosophy (Fall 2022 Edition)*, URL = https://plato.stanford.edu/archives/fall2022/entries/metaphysics-massexpress/

[27] R. L. Stein, Towards a Process Philosophy of Chemistry, *International Journal of Philosophy of Chemistry*, Vol. 10, N° 1, pp. 5-22, 2004.

[28] A. M. Thomasson, Foundations for a Social Ontology, *Protosociology*, Vol. 18-19, pp. 269–290, 2003.

[29] A. L. Thomasson, Ingarden and the Ontology of Cultural Objects, in A. Chrudzimski (Ed.), *Existence, Culture, and Persons: The Ontology of Roman Ingarden* (pp. 115–136), Frankfurt: ontos, 2005.

[30] J. J. Thomson, Parthood and Identity Across Time, *The Journal of Philosophy*, Vol. 80, N° 4, pp. 201-220, 1983.

[31] J. J. Thomson, The Statue and the Clay, *Noûs*, Vol. 32, N° 2, pp. 149-173, 1998.

[32] K. Twardowski, Sur la théorie du contenu et de l'objet des représentations. Une étude psychologique, dans J. English (ed.), *Husserl – Twardowski : Sur les objets intentionnels (1893-1901)* (pp. 85-200), Paris : J Vrin, 1993.

[33] K. Twardowski, The Essence of Concepts, in J. Brandl & J. Woleński (dir.), *Kazimierz Twardowski: On Actions, Products and other topics in philosophy* (pp. 73-98), Amsterdam: Rodopi, 1999.

[34] P. Van Inwagen, The Doctrine of Arbitrary Undetached Parts, *Pacific Philosophical Quaterly*, Vol. 62, N° 2, pp. 123-137, 1981.

[35] A. C. Varzi, Parts, Wholes, and Part-Whole Relations: The Prospect of Mereotopology, *Data and Knowledge Engineering*, Vol. 20, N° 3, pp. 259-286, 1996.

[36] A. C. Varzi, Basic Problems of Mereotopology, in N. Guarino (ed.), Proc. of the *first International conference on Formal Ontology in Information Systems (FOIS'98)* (pp. 29-38), Amsterdam: IOS Press,1998.

[37] A. C. Varzi, A Note on the Transitivity of Parthood, *Applied Ontology*, Vol. 1, N° 2, pp. 141-146, 2006.

[38] L. Vieu, S. Borgo & C. Masolo, Artefacts and Roles: Modelling Strategies in a Multiplicative Ontology, in C. Eschenbach & M. Grüninger (eds.), Proc. of the *fifth International Conference on Formal Ontology in Information Systems (FOIS 2008)* (pp. 121-134), IOS Press, 2008.