



HAL
open science

Une critique de l'hylémorphisme dans les théories du design d'interaction : recherche de concepts dans la philosophie pour appréhender la forme et la matérialité

Catherine Letondal, Guillaume Giroud, Sylvain Pauchet, Laetitia Bornes

► To cite this version:

Catherine Letondal, Guillaume Giroud, Sylvain Pauchet, Laetitia Bornes. Une critique de l'hylémorphisme dans les théories du design d'interaction : recherche de concepts dans la philosophie pour appréhender la forme et la matérialité. Sciences du Design, 2024, Design et medium, n° 19 (1), pp.162-179. 10.3917/sdd.019.0162 . hal-04672059

HAL Id: hal-04672059

<https://enac.hal.science/hal-04672059v1>

Submitted on 17 Aug 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Une critique de l'hylémorphisme dans les théories du design d'interaction : recherche de concepts dans la philosophie pour appréhender la forme et la matérialité

A critical account of hylomorphism in interaction
design theories: seeking concepts in philosophy for
reflecting on form and materiality

Catherine Letondal

catherine.letondal@enac.fr,
Fédération ENAC ISAE-SUPAERO ONERA
Université de Toulouse

Guillaume Giroud

guillemegiroud38@gmail.com,
IRPhiL, Université Jean Moulin Lyon 3

Sylvain Pauchet

sylvain.pauchet@enac.fr,
Fédération ENAC ISAE-SUPAERO ONERA
Université de Toulouse

Laetitia Bornes

laetitia.bornes@isae-supaero.fr,
Fédération ENAC ISAE-SUPAERO ONERA
Université de Toulouse

Mots-clés

forme
matérialités
théorie du design
design d'interaction
philosophie de la technique

Keywords

form
materialities
design theory
interaction design
philosophy of technics

Résumé

La recherche d'une compréhension de l'émergence d'un design sur le plan de la forme et de la matière est ancienne. On observe une montée en puissance du concept de forme dans la littérature scientifique sur le design d'interaction, en parallèle d'un tournant matériel, pour exprimer les forces à l'œuvre dans la conception. Dans cet article, nous soulignons en quoi les théories actuelles nous semblent implicitement construites sur le paradigme hylémorphique, et ce, de manière peu cohérente. Pour rendre compte plus finement des mécanismes d'élaboration et de conception dans le design d'interaction, nous proposons d'utiliser les concepts explicites de transduction, de métastabilité, d'individuation et de concrétisation, tirés de l'approche critique du schéma hylémorphique de Gilbert Simondon. Au paradigme hylémorphique de la *mise en forme* aristotélicienne, nous opposons ainsi celui, transductif, de la *prise de forme*. Pour une meilleure compréhension, nous présentons une illustration de ces concepts dans un exemple : un dispositif tactile à changement de forme pour les pilotes d'avion de ligne.

Abstract

The search for an understanding of the emergence of design in terms of form and matter is a long-standing one. A rise of form as a conceptual tool has been observed in the scientific literature on interaction design, in parallel with a shift towards materiality, as a way of expressing the forces at work in design. In this article, we highlight how current theories seem to us to be implicitly built on the hylomorphic paradigm, in an inconsistent way. To give a more detailed account of the mechanisms of elaboration and conception in interaction design, we propose to use the explicit concepts of transduction, metastability, individuation, and concretization, taken from Gilbert Simondon's critical approach to the hylomorphic schema. To the hylomorphic paradigm of Aristotelian shaping, we will oppose the transductive paradigm of taking form. For a better understanding, we present an illustration of these concepts in an example: a shape-changing touch display surface for airline pilots.

Malgré le tournant matériel qui s'est opéré dans le design d'interaction (Preece *et al.*, 2015), la recherche d'une compréhension de l'émergence d'un design sur le plan à la fois de *la matière et de la forme* reste très présente dans les travaux récents. Si, en effet, le tournant matériel (Masure, 2019) qui s'est opéré dans le design d'interaction (Preece *et al.*, 2015) au cours des quinze dernières années a bien conduit à une nouvelle réflexion et à de nouvelles pratiques fondées sur la *material culture*, les matériaux numériques (Gross *et al.*, 2014 ; Rosner *et al.*, 2012 ; Wiberg, 2018) et la physicalisation des interfaces (Ishii et Ullmer, 1997 ; Klemmer *et al.*, 2006 ; Shaer et Hornecker, 2010 ; Ullmer et Ishii, 2000), plusieurs auteurs soulignent pourtant la nécessité de théoriser la forme afin de conceptualiser et d'informer la pratique du design (Jung *et al.*, 2017 ; Jung et Stolterman, 2011, 2012 ; Lim *et al.*, 2007 ; Löwgren et Stolterman, 2007). Comme le disent Jung et Stolterman (2012, p. 646), « (...) research on form and materiality requires hermeneutic approaches to clarify what are specifically meant by those terms in certain context of inquiry ».

La réflexion théorique sur la forme et la matière en design d'interaction est complexe, car fortement liée à l'émergence d'interfaces combinant objets physiques et numériques aux propriétés très différentes, transformant les pratiques de design (Jung *et al.*, 2017 ; Jung et Stolterman, 2011, 2012 ; Vallgård, 2014 ; Vallgård et Sokoler, 2010). Mais notre hypothèse est que la complexité de ces réflexions provient en partie d'une inadéquation des concepts utilisés, les concepts de forme et de matérialité étant issus *implicitement* de l'hylémorphisme antique. Dans cet article, nous revenons donc tout d'abord sur cette ancienne théorie de la *mise en forme* (section 1), puis nous soulignons sa présence implicite et probablement involontaire dans les articles en design d'interaction (section 2). Nous exposons ensuite sa critique par Simondon (2005b) et les concepts de transduction, de métastabilité, d'individuation et de concrétisation qu'il propose pour décrire une théorie plus génétique de la *prise de forme* (section 3). Enfin, notre objectif dans cet article étant de proposer une formulation des concepts associée à une théorie génétique, plus appropriée, plutôt qu'une théorie hylémorphique, nous illustrons l'utilisation de ces concepts pour décrire la *prise de forme* sur un exemple de design, combinant physique et numérique, issu d'un projet de surface d'affichage tactile à changement de forme dans le contexte aéronautique (section 4).

1. — Le paradigme de l'hylémorphisme

Le paradigme hylémorphique est un outil conceptuel permettant de comprendre la *mise en forme*, c'est-à-dire la relation d'imposition d'une forme (*eidos*) à une matière (*hylè*), produisant alors une substance individuelle dotée d'une forme apparente, car matérielle (*shape, morphè*).

1.1. — L'hylémorphisme et la théorie de la substance

Aristote conçoit le modèle hylémorphique de la *mise en forme* (voir aussi Mitcham, 1994, chap. V) pour penser la substance première, c'est-à-dire qui n'est attribuée ni à un sujet ni *dans* un sujet (Aristote, 1997). Or la substance individuelle (Aristote, 1991 ; Wedin, 2000) est composée d'une matière et d'une forme : la matière est l'état initial et indéterminé (*dunamis*/potentialité) de la chose, et la forme est l'état différencié et achevé (*entelechia*/actualité) (Jaulin, 2003). La matière et la forme préexistent (Aristote, 1991) de sorte que nous ne les produisons pas. Pour Aristote, comme le dit Henry (2019, p. 15), ce modèle consiste à reconnaître que « la matière est le sujet d'où procède le changement (le *terminus a quo*), tandis que la forme est l'état positif acquis à la suite de ce changement qui nous dit ce qui vient à être, par exemple un homme ou un cheval ». Grâce à ce modèle, la forme apparente (*morphè*) d'une chose est le résultat de l'actualisation de la matière par la forme (*eidos*), où la matière (*hylè*) constitue un ensemble de potentialités (*dunamis*) qui sont mises en mouvement, c'est-à-dire réalisées (*entelecheia*) par la forme (*eidos*).

1.2. — Hylémorphisme et *technè*

L'hylémorphisme trouve un modèle analogique dans la cire qui reçoit l'empreinte d'un sceau (Aristote, 1995, 2016) : la matière est alors à la forme ce que la cire est à l'empreinte, c'est-à-dire ce qui reçoit avec une certaine passivité une forme déterminée. Ce modèle utilise le concept de *technè* comme paradigme de la *mise en forme* de tout être. Or la *technè* consiste en la connaissance (*logos*) pragmatique des quatre causes – matérielle, formelle, finale, efficiente – qui permettent à la matière de recevoir une forme déterminée. Ainsi, la cause matérielle (*hylè*) est la cire ; la cause formelle (*eidos*) est la forme du sceau, c'est-à-dire l'idée ou l'entité désignée par celui-ci ; la cause efficiente (*aition*) est le mouvement physique par lequel le sceau est apposé sur la cire, lui donnant alors cette forme (*morphè*) ; la cause finale (*telos*) est le « ce en vue de quoi », c'est-à-dire la fin ou la fonction, à savoir l'authenticité du document. Une certaine connaissance de la matière est impliquée dans cette opération, puisque la matière n'est rationnellement accessible que par sa participation à cette mise en forme (*morphè*) : on ne peut pas imposer toute forme à toute matière. Parce que la matière possède une certaine résistance, alors elle n'est pas seulement négative, mais aussi positive par rapport à la forme (Jaulin, 2003).

2. — Hylémorphisme et design d'interaction

Les travaux universitaires que nous présentons ici sont ceux qui mettent l'accent sur la *mise en forme* en design à travers l'utilisation des concepts de forme, de *gestalt*, de matériaux, de matière et de matérialité dans le design d'interaction, et qui en ce sens poursuivent implicitement, même si c'est de façon partielle, le modèle hylémorphique. Nous avons en revanche exclu les travaux qui ne traitent pas des interactions forme/matière ou de prise de forme et qui se concentrent uniquement sur la matière ou la matérialité, telles que les réflexions sur la spécificité du *medium* (Rosner *et al.*, 2012), sur l'expérience et les schémas relatifs aux matériaux, dans les approches de la *material culture* ; nous avons également choisi de ne pas aborder les articles sur l'interaction tangible et incarnée (Dourish, 2001 ; Hornecker et Buur, 2006 ; Ishii et Ullmer, 1997 ; Shaer et Hornecker, 2010).

2.1. — Les rôles de la forme dans le design d'interaction

Jung et Stolterman (2011, p. 401) notent l'importance croissante de la forme dans la conception et l'utilisation des artefacts interactifs, où la forme « peut être définie comme la manifestation visuelle, physique ou temporelle et/ou la configuration d'un design ». Ils proposent à la fois 1) d'identifier des *types de formes* (formes cognitives, incarnées, expressives et exploratoires), 2) de repérer diverses *formes d'artefacts* (téléphones mobiles, lecteurs de musique, jeux, architectures interactives ou arts médiatiques, etc., au-delà des écrans plats des ordinateurs de bureau) et diverses *formes d'interactivité* (tangible, organique, matériaux intelligents), et 3) de décliner trois façons *d'utiliser la forme en design* (*form as variation*, *form as desire*, *form as medium*).

2.2. — Nécessité de définir une *gestalt* d'interaction

Lim *et al.* (2007) affirment qu'il est essentiel de définir et d'explorer le concept de forme de l'interaction, au sens de *gestalt*, pour aider les concepteurs à articuler et à manipuler les attributs de l'interaction. L'interaction, selon eux, est ce « type inhabituel de phénomène qui n'a pas de forme tangible, et qui est flexible, insaisissable et facilement modifiable » (Lim *et al.*, 2007, p. 245). La *gestalt* d'interaction est donc définie comme une entité abstraite qui émerge entre l'expérience de l'utilisateur et les propriétés de l'artefact (Fig. 1, à gauche). Ses attributs comprennent la connectivité, la continuité, le caractère direct, le mouvement, l'ordre, le rythme, la proximité, la résolution, la vitesse, l'état et la profondeur du temps. Leur définition s'écarte des notions actuelles de modèles d'interaction telles que les styles et les modalités d'actions (Preece *et al.*, 2015).

Vallgård (2014) souligne en quoi les « composites computationnels » (*computational composites*), par analogie aux composites matériels, diffèrent des autres matériaux, en raison de leur capacité à changer d'état (forme temporelle) et de leurs propriétés spécifiques (réversibilité, accumulation, causalité calculée et connectabilité).

2.3. — Conceptualiser forme et matérialité pour améliorer le design d'interaction

Jung et Stolterman (2012) soutiennent que le concept de « forme » (*form*) rend compte de l'intention et du processus de conception, alors que celui de « matérialité » (*materiality*) s'entend de deux manières : à la fois comme « matériaux » (*material*), à partir desquels une forme est prise dans un processus de création de forme, et comme éléments de mécanismes du monde réel, où les objets ont leur propre effet dans leurs interactions avec et pour les interprétation des personnes (*meaning*) qui les utilisent (*material ecology*). Il y a un lien fort entre forme et matérialité (Fig. 1, au milieu). C'est sur le plan de la forme que la fabrication est pensée, pour inclure aussi bien la dimension de la forme (*shape*) des objets que la *mise en forme* opérée à partir des matériaux et en partie dirigée par eux. Ce qui est souligné est le côté « intentionnel », dans lequel la forme est considérée comme une unité organique, réunissant technologie, intention de conception et implication humaine dans le processus. La composante « utilisation » (*using*) du schéma est pensée sous l'angle de la matérialité, au sens où, comme le soulignent la *material culture* (Miller, 1987 ; Ingold, 2007) et la philosophie de la technique (Beaubois, 2022 ; Guchet, 2017 ; Leroi-Gourhan, 1943 ; Mitcham, 1994 ; Sigaut, 2012), l'artefact matériel génère des usages, c'est-à-dire une écologie technologique et humaine, individuelle et sociale, induisant des significations multiples.

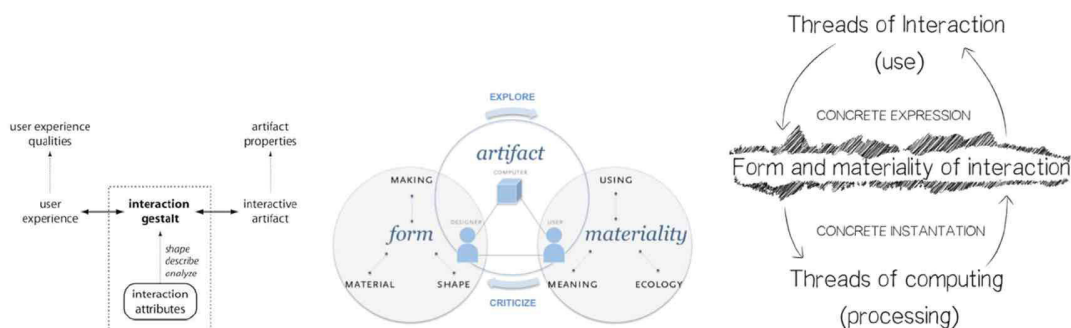


Fig. 1 – À gauche : une *gestalt* d'interaction émerge entre l'expérience de l'utilisateur et les propriétés de l'artefact (Lim *et al.*, 2007). Au milieu : forme et matérialité dans le design d'interaction (Jung et Stolterman, 2012). À droite : matérialité de l'interaction ; une approche relationnelle de la composition et de l'utilisation des matériaux (Wiberg, 2018).

2.4. — La composition dans une acception relationnelle de l'interaction

Si la définition de Wiberg (2018) de « la matérialité de l'interaction » (*the materiality of interaction*) s'appuie en partie sur l'article de Jung et Stolterman (2012) présenté ci-dessus, elle s'en distingue par l'élaboration du concept de « composition » (*compositon*). La matérialité est composée dans la mesure où elle reprend le sens du mot « matière » comme « ce dont quelque chose est fait », décrivant un processus où des « éléments » sont « composés ». Dans ce processus de composition, les éléments, quelle que soit leur catégorie – physique ou numérique –, sont manipulés, explorés, choisis, compris avec leurs mécanismes (Wiltse, 2014),

acceptés avec leurs contraintes, intégrés, architecturés, organisés en activations, et le travail et les processus induits à ce niveau de détail constituent la matérialité de l'interaction. Selon Wiberg, la matérialité de l'interaction est relationnelle, car elle repose sur la manière dont les éléments sont reliés entre eux, l'interaction se construisant itérativement par des processus d'utilisation et des processus computationnels (Fig. 1, à droite).

2.5. — Approche morphologique : la forme en tant que surface, comportement et système

Jung *et al.* (2017) adoptent une perspective morphologique hybride pour tenter de décrire les « formes interactives » et de renouveler le design des affordances¹. Dans leur article, ils proposent une analyse de l'« anatomie des formes interactives » (*anatomy of interactive forms*) et conceptualisent celle-ci comme surface (*surface*), comportement (*behavior*) et système (*system*). Leur vision morphologique vise à spécifier les connexions entre diverses ressources de design : matérialités, métaphores et conventions formelles, afin d'informer l'analyse et la création de nouveaux patterns, de qualités esthétiques et de significations des artefacts interactifs, poursuivant ainsi la théorie des affordances de Gibson (1977, 2014).

3. — Les critiques du paradigme hylémorphique

Notre propos ici n'est pas de critiquer par principe l'utilisation involontaire du paradigme hylémorphique, mais plutôt de montrer que celui-ci s'accompagne de concepts (matière et forme) qui sont problématiques. Selon nous, comme illustré en section 3.1, ceux-ci ne facilitent pas la compréhension du design d'interaction, en raison, d'une part, d'une instabilité des significations qui leur sont associées, et d'autre part, d'une incapacité à penser de manière transductive la prise de forme (voir section 3.2).

3.1. — Difficultés sémantiques liées aux concepts de forme et de matérialité

Qu'il s'agisse du concept de matière ou du concept de forme, les acceptions proposées dans les différents articles présentés en section 3.1 sont variables, parce que, selon nous, ils font référence à la matière et à la forme de manière non transductive, c'est-à-dire comme si matière et forme étaient deux entités conceptuelles distinctes et existantes en soi.

Les significations des termes liés à la matière dans ces articles englobent ainsi 1) les *matériaux*, qu'il s'agisse de matériaux numériques (Jung et Stolterman, 2012 ; Wiltse, 2014 ; Jung *et al.*, 2017), de composites informatiques (Vallgård, 2014 ; Vallgård et Sokoler, 2010) ou d'éléments physiques impliqués dans des

conceptions mixtes numériques-physiques ; 2) la *matérialité* désignant la manière dont les choses existent dans le monde réel (Jung et Stolterman, 2011, 2012 ; Wiberg, 2018), et 3) parfois aussi les *formes physiques* des objets : chez Wiberg (2018), la matérialité fait également référence à la forme (*shape*), aux dimensions du design, comme l'apparence, qui est perceptible à travers diverses catégories d'objets, comme dans une vision matérielle moniste du design (Gross *et al.*, 2014). La matérialité est en outre évoquée dans le contexte de *l'incarnation physique et de la tangibilité* (Klemmer *et al.*, 2006). Enfin, la matérialité est également caractéristique du processus de composition et du flux d'interactions (Wiberg, 2018).

Concernant le concept de forme, il est aussi utilisé de manière variable. Il apparaît essentiellement soit comme *forme apparente* (*shape*) avec différents types de formes – cognitives, incarnées, expressives, exploratoires (Jung et Stolterman, 2012), temporelles, physiques et *gestalt* (Lim *et al.*, 2007 ; Vallgård, 2014) –, soit comme *vision* (*eidos*), intention, but ou guide pour la conception – forme comme variation, comme désir, comme moyen (Jung et Stolterman, 2012). La *perspective morphologique* conceptualise la forme comme une combinaison de formes apparentes (*shape*) à travers la combinaison de surfaces (représentations, indices), de comportements (*gestalt* d'interaction) et de systèmes (structure et cohésion) par laquelle elle spécifie les liens entre diverses ressources de design, comprenant à la fois les matérialités, les métaphores et les conventions formelles (Jung *et al.*, 2017). Enfin, la distinction entre une approche morphologique (*morphè*) et la réflexion sur la forme (*eidos*) n'est parfois pas clairement discutée (Jung *et al.*, 2017).

3.2. — La prise de forme transductive

Au paradigme hylémorphique de la *mise en forme* aristotélicienne, nous opposerons le concept simondonien, transductif, de la *prise de forme*. Simondon développe une philosophie ontogénétique de l'individuation (Scott, 2014 ; également Chabot, 2003 ; Stiegler, 2006) qui met l'accent sur la relation et la force formatrice de l'invention (Simondon, 2014). Dans cette section, nous signalerons les principaux apports de Simondon à la compréhension de la prise de forme de l'objet technique (Barthélémy, 2015 ; Chabot, 2003 ; Combes, 2012 ; Mills, 2016).

3.2.1. — Critique technique de l'hylémorphisme

Simondon critique le modèle hylémorphique de la *mise en forme* en arguant que celui-ci présuppose une conception technique erronée. Il la réfute en analysant le cas concret de l'opération technique de mouler une brique (Simondon, 2005a ; également Ingold, 2017). Alors que pour Aristote, à la manière de l'empreinte du sceau dans la cire, la forme du sceau et la matière de la cire existent indépendamment l'une de l'autre, pour Simondon, il n'y a pas de forme pure sans matière et, inversement, de matière pure sans forme. Ainsi, dans le moulage de la brique, selon le paradigme hylémorphique, l'argile constituerait la matière et le moule la forme que l'on veut imposer à cette matière. Or le moule est loin d'être une forme sans matière, et l'argile une matière sans forme. En effet, l'argile n'est pas informée de l'extérieur par le moule : elle est un potentiel de formation, de déformation et d'information.

C'est parce que l'argile (matière) possède positivement des propriétés colloïdales (forme) qui lui permettent de conduire l'énergie de déformation tout en conservant la cohérence de ses chaînes moléculaires (elle est en quelque sorte « déjà en forme » dans le marais selon la formule de Combes, 2012) qu'elle peut finalement se transformer en brique selon les limites du moule. De même, la forme n'est pas seulement le fait pour le moule d'être parallélépipédique : c'est aussi le fait, pour l'argile constituant ce moule, d'être sans fissures et sans bulles d'air.

Ainsi l'hylémorphisme, en ne voyant dans l'opération de mouler que l'imposition d'une forme à un matériau pour constituer un individu-brique, ne retient que les termes extrêmes de forme et de matériau, occultant l'opération centrale de *prise de forme* elle-même, comprise comme une « opération énergétique » où le matériau est ce qui véhicule l'énergie, et la forme ce qui la régule. Or ne convient-il pas de substituer au modèle de l'individu celui de l'individuation ? À l'individu-brique ne faut-il pas opposer l'individuation de celle-ci, comprise alors comme « le système énergétique qui est individuant dans la mesure où il réalise en lui-même cette résonance interne de la matière en train de prendre forme, et une médiation entre ordres de grandeur » (Simondon, 2005b, p. 48), c'est-à-dire la genèse elle-même en train de se produire, l'individu ?

3.2.2. — La transduction comme prise de forme

Au modèle hylémorphique, Simondon substitue le modèle transductif compris comme l'opération de *prise de forme*. Selon lui, il ne peut y avoir un tel processus que si deux conditions sont réunies : une *tension d'information*, apportée par un *germe structurel*, et une énergie reçue par un *milieu* qui prend forme (Simondon, 2012). Les termes « germe » et « milieu » ne constituent pas seulement des réalités matérielles, mais représentent tout ce qui peut faire fonction de « germe » et de « milieu ».

Par définition, le milieu, « amorphe » (Chabot, 2003) est un état *métastable* tendu, comme une solution sursaturée qui attend que le germe libère son énergie pour revenir à un état stable (en analogie avec le processus de cristallisation) (Simondon, 2005b). Cette relation entre la tension informationnelle du germe structurel et le domaine métastable du milieu préindividuel contenant l'énergie potentielle, qui est une relation entre deux ordres de grandeur, fait de l'opération de *prise de forme* une modulation dans un champ. Cette opération est transductive (Chabot, 2003 ; Combes, 2012), car le processus de *prise de forme* avance pas à pas, en partant de la région qui a déjà *pris forme* vers celle qui reste encore métastable, à individuer. Ainsi, « l'opération transductive est une individuation en progrès » (Simondon, 2005b, p. 33) qui s'oppose à l'idée hylémorphique d'une substance individuelle composée de matière et de forme préalablement données. Ainsi, la relation transductive de prise de forme fait s'inventer les multiples dimensions de l'être à partir de la rencontre entre la tension métastable du milieu et la structure du germe. Non seulement, l'individuation ne préexiste pas à l'opération transductive, mais, en outre, l'individu structuré n'est qu'un état relatif, en devenir, qui requiert nécessairement la résolution de cette tension contenue dans le milieu préindividuel.

Par conséquent, d'une part, « l'individuation n'est pas la rencontre d'une forme et d'une matière préalables existant comme termes séparés antérieurement

constitués, mais une résolution surgissant au sein d'un système métastable riche en potentiels », et, d'autre part, « le véritable principe d'individuation est médiation, supposant généralement dualité originelle des ordres de grandeur et une absence initiale de communication interactive entre eux, puis communication entre ordres de grandeur et stabilisation » (Simondon, 2012, p. 27). Ainsi, chaque opération d'individuation est une résolution de la tension problématique entre deux ordres de grandeurs différents, en « individus structurés à un ordre de grandeur *moyen* » (Simondon, 2012, p. 27 ; également Bontems, 2008).

3.2.3. — L'invention et la concrétisation technique comme exemple d'opération transductive

L'opération transductive peut être utilisée pour penser différents domaines d'individuation, comme ceux de l'invention et de la concrétisation d'un objet technique.

Ainsi, « dans le domaine du savoir, elle définit la véritable démarche de l'invention, qui n'est ni inductive ni déductive, mais transductive, c'est-à-dire qui correspond à une découverte des dimensions selon lesquelles une problématique peut être définie » (Simondon, 2005b, p. 33). L'invention correspond à une situation problématique, c'est-à-dire à « l'interruption par un obstacle, par une discontinuité jouant le rôle d'un barrage, d'un accomplissement opératoire continu dans son projet » (Simondon, 2014, p. 139). L'obstacle rencontré fait office de « germe » qui, au contact d'un « milieu » en tension, comme l'est tout être vivant en action notamment, va générer de manière transductive la *prise de forme* de l'invention. Cette dernière, momentanée, met fin à la tension du milieu et peut s'individuer sous la forme d'un objet technique, qui apparaît alors comme la solution pour rétablir la continuité de l'action grâce à son statut de médiateur.

Par conséquent, l'objet technique n'existe qu'à la condition qu'il soit inventé (Simondon, 2012). C'est parce qu'il est inventé qu'il a une genèse propre qui le fait s'individuer au cours de cette même genèse, c'est-à-dire résoudre les tensions problématiques de son milieu au contact de ce qui fait fonction de germe (Simondon, 2012). Il « évolue par convergence et autoadaptation ; il s'unifie intérieurement selon un principe de résonance interne » (Simondon, 2012, p. 20). Cette individuation, qui le fait passer du mode abstrait au mode concret, est la concrétisation (Chabot, 2003). Le mode d'existence de l'objet technique est dit « abstrait » lorsque les composants sont assemblés de telle sorte qu'il existe une divergence fonctionnelle entre eux. À l'inverse, « c'est la réduction progressive de cette marge entre les fonctions des structures plurivalentes » (Simondon, 2012, p. 23) qui définit la concrétisation. En d'autres termes, c'est le processus qui fait que l'objet technique tend à être « entièrement cohérent avec lui-même, entièrement unifié » (Simondon, 2012, p. 23).

4. — Application du modèle transductif sur un exemple en design d'interaction

Dans cette section, équipés des outils conceptuels de transduction, de métastabilité et d'individuation, nous entendons illustrer ces derniers et les mettre à l'épreuve par un cas concret pour comprendre la *prise de forme* en design d'interaction dans un projet réel, Multi-plié, dont le but était de concevoir une surface à changement de forme pour les cabines de pilotage d'avions de ligne. Il s'agit d'une analyse indépendante et *post-hoc*, et les concepts présentés dans cet article n'ont pas été utilisés dans le projet. Notre objectif ici est de *comprendre* le processus, d'en rendre compte *théoriquement*, afin d'expliquer les étapes et les choix.

4.1. — Deux prototypes d'un système de changement de forme à plis multiples pour les pilotes d'avion de ligne

Multi-plié se décline en deux versions (Pauchet *et al.*, 2019). La première est un système composé de quatre écrans tactiles inclinables, qui peuvent être orientés pour former des plis positifs (Fig. 5) et négatifs. Le changement d'inclinaison de l'écran est géré par un microcontrôleur connecté à des actionneurs linéaires. Pour explorer davantage le concept de « multi-plis », un deuxième prototype a été conçu, basé sur une seule surface tactile flexible et continue, imprimée en 3D, pouvant être pliée (Fig. 5).

4.2. — Le concept

Nous résumons ici les caractéristiques du concept² de Multi-plié (Pauchet *et al.*, 2019).

4.2.1. — Développement d'une surface d'affichage

Le concept correspond à une surface d'affichage interactive, enrichie et développée par le pliage. La formation d'un pli ne crée pas un nouvel élément : le pli reste une partie de la surface elle-même.

4.2.2. — Intelligibilité de la structure

L'intelligibilité du concept découle de son caractère familier et de sa régularité. La structure, linéaire, avec des plis parallèles, a des contraintes qui la rendent plus prévisible qu'une surface pouvant être pliée dans n'importe quelle direction.

4.2.3. — Flexibilité du concept

En raison de sa généralité, le concept comporte des variantes, offrant un large espace de conception, sans réduire l'intelligibilité du concept. Les variations portent principalement sur les angles, l'échelle, et l'homogénéité des hauteurs et

des longueurs des plis. La diversité des échelles permet d'obtenir des propriétés différentes : les petits plis produisent un état de surface (par exemple, une rugosité), tandis que les grands plis peuvent former une série d'écrans d'affichage.

4.2.4. — Médiation incarnée et herméneutique

La surface présente des propriétés physiques compatibles avec les capacités humaines d'action et de perception : une taille de plis correspondant à la taille de la main favorise la préhension ou la stabilité. La régularité de l'ensemble des plis produit à la fois un support de localisation spatiale et un cadre temporel pour des interactions séquentielles répétées (Letondal *et al.*, 2018). La saillance visuelle permet une médiation corporelle par la *gestalt* et la nature sélective de la forme.

4.3. — Le processus d'individuation

Le projet a donné lieu à de nombreux ateliers impliquant les designers, les experts en facteurs humains et les développeurs. La démarche adoptée comportait une importante phase d'imprégnation et de compréhension ethnographique (Letondal *et al.*, 2018). L'étude s'est déroulée sur une année, passant du design conceptuel (Fig. 2, à droite) au système fonctionnel (Fig. 5) à travers plus de 15 versions de prototypes.

4.4. — L'émergence du concept

Nous pouvons d'abord identifier (Fig. 2) l'émergence du concept stabilisé, lors d'un atelier qui s'est déroulé après plusieurs mois d'analyses ethnographiques, de bibliographie et d'exploration de diverses possibilités pour élaborer la structure d'une surface, en utilisant du papier, du plastique, du papier bulle, de la pâte à modeler ou du carton (Vinot *et al.*, 2016). L'équipe a donc été « imprégnée » de l'exploration technique et de la compréhension de l'activité par une longue période d'entretiens, de transcriptions, de classification des idées et de rédaction d'un article scientifique. Cette « imprégnation » constituait ainsi un « champ tendu », métastable, riche en possibilités, qui n'avait pas encore trouvé de direction pertinente quant à la forme et à la structure à adopter pour la surface.

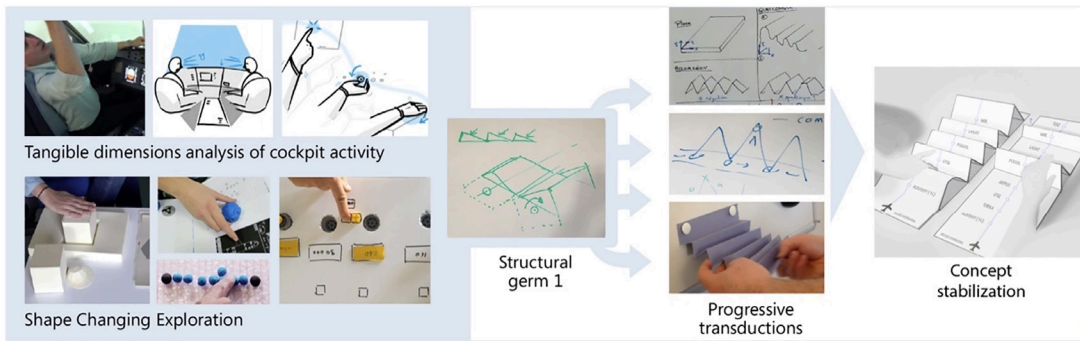


Fig. 2 – Individuation 1 : émergence du concept d'une surface pliable lors d'un atelier de conception. Le germe structurel (au centre) arrivant au cours de cet atelier est un dessin proposant une surface faite de prismes. Les deux zones de métastabilité formant un milieu (à gauche), c'est-à-dire un champ riche en tensions et en transductions potentielles à partir de ce germe, correspondent d'une part à l'analyse ethnographique des dimensions tangibles dans l'activité (Letondal *et al.*, 2018) et d'autre part à un travail exploratoire intensif sur la mise en forme de la surface. Les transductions progressives résultant de l'apport du germe constituent différents types de surfaces pliées, sous forme de dessins ou de prototypes rapides en papier.

L'émergence du concept de « plis en accordéon » a été déclenchée à la suite d'un dessin informel au tableau blanc, dessin qui proposait une surface structurée de manière prismatique (Fig. 2, au centre).

Ce dessin apparaît tout d'abord comme « intuition », au sens de Simondon, dans la mesure où il procède d'une démarche transductive dont il émerge et qui permet de rendre compte de la genèse de l'être : « [la transduction] est aussi intuition puisqu'elle est ce par quoi une structure apparaît dans un domaine de problématique comme apportant la résolution des problèmes posés » (Simondon, 2005b, p 34). L'intuition permet de connaître les « processus génétiques », dans la mesure où « elle suit la genèse des êtres, prenant chaque être à son niveau d'unité, sans le décomposer en éléments comme la connaissance conceptuelle, mais aussi sans détruire son identité en le relativisant par rapport à un fond de totalité plus vaste » (Simondon, 2012, p. 236). L'intuition de cette surface structurée de manière prismatique permet ainsi de rendre intelligible l'unité du devenir des formes depuis les esquisses jusqu'au concept final stabilisé.

L'intuition s'est ensuite imposée à tous les participants, le reste de l'atelier permettant d'explorer plusieurs variantes de cette intuition, pour aboutir à un concept encore abstrait, mais stable. La pertinence de cette intuition est probablement venue de son alignement avec la compréhension de l'activité et avec la nécessité de structurer les tâches et les données dans des dimensions manipulables et compressées. En plus d'être adapté aux types de données « liste » comme les *check-lists* ou les plans de vol, le pliage unidimensionnel contient aussi l'intuition de la linéarité du discours, espace privilégié des pilotes pour partager les décisions, ainsi que les notions de parcours séquentiel et de cadence, ou « rythme » — la « musique » que les pilotes eux-mêmes évoquent (Letondal *et al.*, 2018).

Ensuite, ce dessin fait également fonction de germe : il est ce qui va se propager transductivement dans différents domaines et ordres de grandeur. Les multiples *prises de formes* sont alors autant de résolutions individuantes des tensions constitutives du milieu métastable.

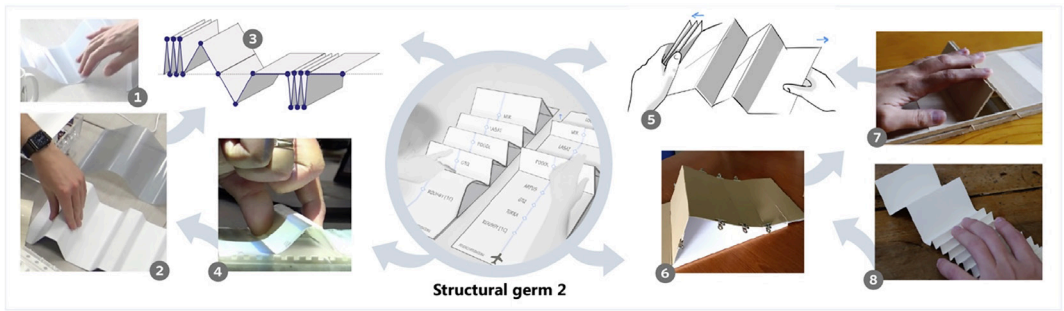


Fig. 3 – Variantes de prises de formes basées sur la rencontre du germe structurel plissé en accordéon avec le milieu : explorations des formes et de la gestalt d'interaction

Ainsi, les Figures 3 et 4 illustrent d'autres catégories d'opérations transductives, les unes concernant l'exploration des formes apparentes (*morphè*) et *gestalts* d'interaction (Lim *et al.*, 2007) (Fig. 3), les autres, des opérations de transductivité analogique entre affordances des prototypes et images exprimées par les pilotes, qui y ont vu, par exemple, l'idée de « séquenceur » analogue aux procédures verbales « compressées » des pilotes (*breffage*, *liste de vérification*) ou l'analogie avec des « vagues », « vague avant, vague arrière », évoquant une image du flux temporel, aspect central de l'activité, que ce soit avec la gestion de la mission, la gestion du temps de carburant restant ou la préparation constante aux événements en temps réel (Letondal *et al.*, 2018) (Fig. 4).

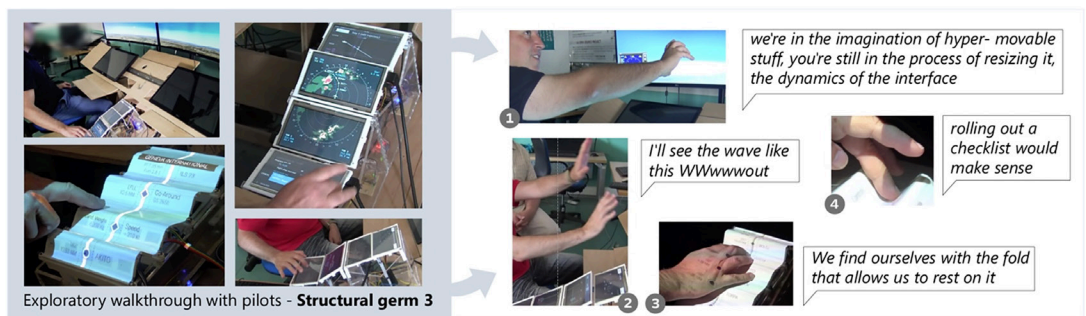


Fig. 4 – Pilotes lors d'un atelier développant transductivement les possibilités inspirées par les prototypes et les scénarios

4.4.1. — Processus de concrétisation

Le projet illustre le processus de concrétisation : l'objet technique abstrait, caractérisé par des assemblages mécaniques peu intégrés, se concrétise sous la forme d'un objet plus intégré fonctionnellement et aux fonctions convergentes. Cette concrétisation procède de manière transductive dans la prise de forme de prototypes de plus en plus consistants.

Le processus de concrétisation peut prendre plusieurs formes, comme dans ce projet avec les deux prototypes conçus (Fig. 5) qui ont été fonctionnels durant une série d'expérimentations sur simulateur, dans différentes conditions

de turbulence (Cantu *et al.*, 2021). Ceux-ci appartiennent en fait à plusieurs *lignées techniques* (Bontems, 2016 ; Simondon, 2012) : formes imprimées en 3D, cartographie par projection, encre conductrice, écrans tactiles et structures articulées par des ressorts, qui sont autant d'inventions dans le processus de transduction. Il s'agit par conséquent d'une transductivité qui permet de passer des propriétés matérielles du support, notamment pour la version imprimée en 3D de Multi-plié, à 1) la possibilité de pliage, qui dépend à la fois de sa rigidité et de sa flexibilité, rendue possible par l'insertion de rainures, et à 2) la possibilité de tactilité, grâce à la compatibilité de l'imprimante avec une encre conductrice.

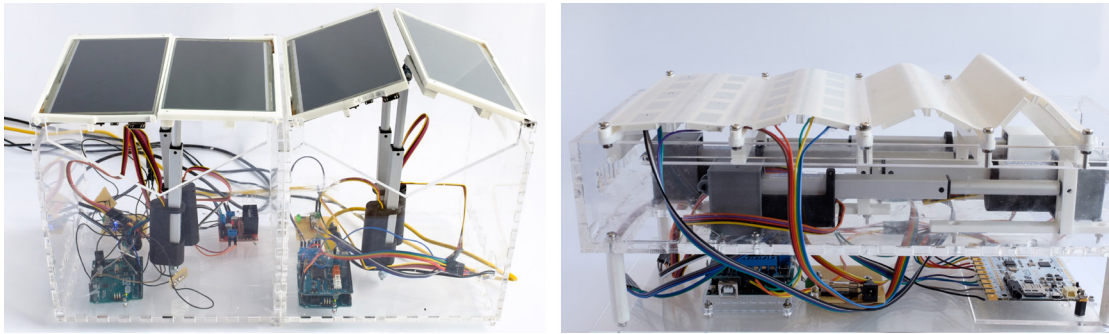


Fig. 5 – Concrétisations de Multi-plié au sein de deux lignées techniques

5. – Discussion

Des applications des concepts simondoniens dans le domaine du design existent, par exemple en architecture (Bernier-Lavigne, 2012 ; Bourbonnais, 2009, 2014 ; Teyssot, 2008 ; Teyssot et Bernier-Lavigne, 2012), en études des médias (Fox, 2015 ; Wark et Sutherland, 2015) et en écologie des artefacts (Viana, 2015), mais ces travaux ne portent pas sur la description de la *prise de forme* en design. Quant à Ingold (2007, 2010), s'il s'intéresse à la *prise de forme*, c'est en anthropologie et non en design d'interaction.

La littérature existante en design d'interaction comporte des éléments conceptuels qui laissent penser qu'une reformulation avec les concepts simondoniens de transduction et d'individuation permettrait de clarifier le propos et de se passer de l'hylémorphisme sous-jacent associé à la dualité forme/matière. Par exemple, Wiberg (2018) conçoit l'interaction comme émergeant de la composition des matériaux au sein d'une forme physique. Ce faisant, ne serait-il pas envisageable de reformuler cette perspective au moyen du concept de transduction puisqu'il y a propagation de structures entre les contraintes des « matériaux » (p. ex. *matériel*, *logiciel*, etc.) et la « forme » physique par laquelle l'interaction se déroule, cas d'un processus transductif ? Par ailleurs, les « types de formes » proposées par Jung et Stolterman (2011) – cognitives, incarnées, expressives ou exploratoires – seraient reformulés en « modes d'existence » de la prise de forme et non pas comme des types qui existent en soi (approche analytique). De même, l'idée de *gestalt* de Lim et

al. (2007), décrivant l'émergence d'une entité mettant dynamiquement en relation expérience utilisateur et propriétés d'un dispositif, n'est-elle pas déjà proche du concept d'individuation de Simondon, malgré toutes les réserves que celui-ci émet à l'encontre d'une idée de « bonne forme » ? Enfin, les propositions de classification des différentes « formes » émises par Jung et Stolterman (Jung *et al.*, 2017; Jung et Stolterman, 2011, 2012) ne reconnaissent-elles pas implicitement que celles-ci sont toujours déjà matérialisées ? Plus encore, l'effort pour penser leur relation n'est-il pas le signe qu'il s'agit de mettre l'accent sur leur genèse, plutôt que de les décrire comme existantes en soi et de manière indépendante, d'autant que les auteurs ont déjà l'intuition simondonienne de la « forme » comme processus ?

Conclusion

Dans cet article, nous avons identifié un problème conceptuel dans la littérature scientifique actuelle du design d'interaction concernant la description de la *prise de forme*, lié à un hylémorphisme sous-jacent et à un problème de polysémie dans les termes utilisés. En nous appuyant sur la critique de Simondon du schème hylémorphique et son amélioration par une théorie de la transduction, de la métastabilité, de l'individuation et de la concrétisation, nous espérons avoir contribué à une certaine clarification conceptuelle de l'individuation dans le design. Ce que nous proposons pour la recherche en design d'interaction, et que nous initions à travers l'exemple analysé dans cet article, c'est un travail de reformulation des termes employés pour décrire le processus de forme que les auteurs cherchent à saisir. Transformer ces descriptions analytiques implicitement hylémorphiques en descriptions génétiques explicites nous semble ainsi une perspective prometteuse, tant les termes peuvent transporter ce que Bachelard (1995, p. 6) nomme « une métaphysique intuitive et immédiate ». Et à l'inverse, dans quelle mesure une autre « métaphysique discursive » ne parviendrait-elle pas à mieux rendre compte des idées et des choses du design d'interaction ?

NOTES

1. Dans le design d'interaction, l'affordance est la capacité d'un objet ou d'un système à évoquer son utilisation, sa fonction. Elle incite à une interaction spontanée entre un environnement et son utilisateur.
2. Nous utilisons ici le terme de « concept », communément employé dans les activités de conception (Hatchuel et Weil, 2008 ; Simon, 2004), qui s'avère équivalent à celui d'« intuition » chez Simondon.

RÉFÉRENCES

- Aristote. (1991). *Métaphysique. Tome 1. Livre A-Z* (traduit par J. Tricot). Librairie philosophique J. Vrin.
- Aristote. (1995). *De l'âme* (traduit par J. Tricot). Vrin.
- Aristote. (1997). *Catégories* (traduit par J. Tricot). Vrin.
- Aristote. (2016). *Traité de la mémoire et de la réminiscence* (traduit par J. Barthelemy -Saint-Hilaire). Dunod.
- Bachelard, G. (1995). *Le nouvel esprit scientifique* (5e édition). Presses Universitaires de France.
- Barthélémy, J.-H. (2015). Glossaire Simondon : les 50 grandes entrées dans l'œuvre. *Appareil*, (16). <https://journals.openedition.org/appareil/2253>
- Beaubois, V. (2022). *La zone obscure. Vers une pensée mineure du design* (édition illustrée). It Éditions.
- Bernier-Lavigne, S. (2012). Matière intensive et métastable. Architecture numérique informée par l'optimisation topologique. Dans P. Liveneau et P. Marin (dir.), *Matérialités contemporaines / Materiality in its contemporary forms (MC2012 Symposium) – Architecture, perception, fabrication, conception*, p. 55-63. Les Grands Ateliers.
- Bontems, V. (2008). Quelques éléments pour une épistémologie des relations d'échelle chez Gilbert Simondon. Individuation, Technique, et Histoire. *Appareil*, (2). <http://journals.openedition.org/appareil/595>
- Bontems, V. (2016). Le progrès des lignées techniques. *Implications philosophiques*. <https://www.implications-philosophiques.org/le-progres-des-lignees-techniques/>
- Bourbonnais, S. (2009). L'invention possible des architecture numériques. Recours aux images : du modèle à la construction. *Joining Languages, Cultures and Visions : CAADFutures*, p. 288-300.
- Bourbonnais, S. (2014). *Sensibilités technologiques. Expérimentations et explorations en architecture numérique 1987-2010* [thèse de doctorat en architecture]. Université Laval, Québec et École Nationale Supérieure d'Architecture Paris-Malaquais.
- Cantu, A., Vinot, J.-L., Letondal, C., Pauchet, S. et Causse, M. (2021, 13 avril). *Does folding improve the usability of interactive surfaces in future airliner cockpits ? An evaluation under turbulent conditions and varying cognitive load*. IHM'21, 32e Conférence internationale francophone sur l'interaction homme-machine. <https://enac.hal.science/hal-03192484>
- Chabot, P. (2003). *La philosophie de Simondon*. Librairie Philosophique Vrin.
- Combes, M. (2012). *Gilbert Simondon and the Philosophy of the Transindividual* (traduit par T. Lamarre). MIT Press.
- Dourish, P. (2001). *Where the Action Is : The Foundations of Embodied Interaction*. The MIT Press.
- Fox, T. (2015). Prehensive transduction: Techno-aesthetics in new media art. *Platform*, 6, p. 96-107.
- Gibson, J. J. (1977). The Theory of Affordances. Dans R. Shaw et J. Bransford (dir.), *Perceiving, acting, and knowing. Toward an ecological psychology* (p. 67-82). Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Gibson, J. J. (2014). *Approche écologique de la perception visuelle* (traduit par O. Putois). Editions Dehors.
- Gross, S., Bardzell, J. et Bardzell, S. (2014). Structures, forms, and stuff: the materiality and medium of interaction. *Personal and Ubiquitous Computing*, 18(3), p. 637-649. <https://doi.org/10.1007/s00779-013-0689-4>
- Guchet, X. (2017). Objet versus artefact. Pour une philosophie des techniques orientée-objet. *Cahiers COSTECH*, (1). <http://www.costech.utc.fr/CahiersCOSTECH/spip.php?article8>
- Hatchuel, A. et Weil, B. (dir.). (2008). *Les nouveaux régimes de la conception : Langages, théories, métiers*. Vuibert.
- Henry, D. (2019). *Aristotle on Matter, Form, and Moving Causes. The Hylomorphic Theory of Substantial Generation*. Cambridge University Press.
- Hornecker, E. et Buur, J. (2006, 22 avril). *Getting a grip on tangible interaction: a framework on physical space and social interaction*. New York, États-Unis, p. 437-446. <https://doi.org/10.1145/1124772.1124838>
- Ingold, T. (2007). Materials Against Materiality. *Archaeological Dialogues*, 14, p. 1-16.
- Ingold, T. (2010). Bringing Things to Life: Creative Entanglements in a World of Materials. NCRM Working Paper. Realities/Morgan Centre, University of Manchester. <http://eprints.ncrm.ac.uk/1306/>
- Ingold, T. (2017). *Faire - Anthropologie, archéologie, art et architecture (2013)* (traduit par H. Gosselin et H.-S. Afeissa). Éditions Dehors.
- Ishii, H. et Ullmer, B. (1997, 27 mars). *Tangible bits : towards seamless interfaces between people, bits and atoms*. New York, États-Unis, p. 234-241. <https://doi.org/10.1145/258549.258715>
- Jaulin, A. (2003). Le rôle de la matière dans la théorie aristotélicienne du devenir. *Revue de métaphysique et de morale*, 37(1), p. 23-32.
- Jung, H. et Stolterman, E. (2011, 7 mai). *Form and materiality in interaction design: a new approach to HCI*. In CHI '11 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems (CHI EA '11). Association for Computing Machinery. New York, États-Unis, p. 399-408. <https://doi.org/10.1145/1979742.1979619>
- Jung, H. et Stolterman, E. (2012, 14 octobre). *Digital form and materiality: propositions for a new approach to interaction design research*. In Proceedings of the 7th Nordic Conference on Human-Computer Interaction: Making Sense Through Design (NordCHI '12). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 645-654. <https://doi.org/10.1145/2399016.2399115>
- Jung, H., Wiltse, H., Wiberg, M. et Stolterman, E. (2017). Metaphors, materialities, and affordances: Hybrid morphologies in the design of interactive artifacts. *Design Studies*, 53, p. 24-46. <https://doi.org/10.1016/j.destud.2017.06.004>
- Klemmer, S. R., Hartmann, B. et Takayama, L. (2006, 26 juin). *How bodies matter: five themes for interaction design*. In Proceedings of the 6th conference on Designing Interactive systems (DIS '06). Association for Computing Machinery, New York, États-Unis, p. 140-149. <https://doi.org/10.1145/1142405.1142429>
- Leroi-Gourhan, A. (1943). *L'Homme et la Matière*. Éditions Albin Michel.

- Letondal, C., Vinot, J.-L., Pauchet, S., Boussiron, C., Rey, S., Becquet, V. et Lavenir, C. (2018, 18 mars). *Being in the Sky: Framing Tangible and Embodied Interaction for Future Airliner Cockpits*. In Proceedings of the Twelfth International Conference on Tangible, Embedded, and Embodied Interaction (TEI '18). Association for Computing Machinery, New York, États-Unis, p. 656-666. <https://doi.org/10.1145/3173225.3173229>
- Lim, Y., Stolterman, E., Jung, H. et Donaldson, J. (2007, 22 août). *Interaction gestalt and the design of aesthetic interactions*. In Proceedings of the 2007 conference on Designing pleasurable products and interfaces (DPPI '07). Association for Computing Machinery, New York, États-Unis, p. 239-254. <https://doi.org/10.1145/1314161.1314183>
- Löwgren, J. et Stolterman, E. (2007). *Thoughtful Interaction Design. A Design Perspective on Information Technology*. MIT Press.
- Measure, A. (2019). Manifesto for an acentric design. *Interface Critique, Journal 2*, p. 63-78. <https://doi.org/10.11583/ic.2019.2.66983> Miller, D. (1987). *Material Culture and Mass Consumption*. Basil Blackwell.
- Mills, S. (2016). *Gilbert Simondon. Information, Technology and Media*. Rowman & Littlefield Publishers.
- Mitcham, C. (1994). *Thinking through Technology. The Path between Engineering and Philosophy*. The University of Chicago Press.
- Pauchet, S., Vinot, J.-L., Letondal, C., Lemort, A., Lavenir, C., Lecomte, T., Rey, S., Becquet, V. et Crouzet, G. (2019, 2 mai). *Multi-plié: A Linear Foldable and Flattenable Interactive Display to Support Efficiency, Safety and Collaboration*. In Proceedings of the 2019 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '19). Association for Computing Machinery, New York, États-Unis, p. 1-13. <https://doi.org/10.1145/3290605.3300384>
- Preece, J., Sharp, H. et Rogers, Y. (2015). *Interaction Design: Beyond Human-Computer Interaction*. John Wiley & Sons.
- Rosner, D., Blanchette, J.-F., Buechley, L., Dourish, P. et Mazmanian, M. (2012, 5 mai). *From materials to materiality: connecting practice and theory in HCI*. In CHI '12 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems (CHI EA '12). Association for Computing Machinery, New York, États-Unis, p. 2787-2790. <https://doi.org/10.1145/2212776.2212721>
- Scott, D. (2014). *Gilbert Simondon's Psychic and Collective Individuation*. Edinburgh University Press.
- Shaer, O. et Hornecker, E. (2010). *Tangible User Interfaces: Past, Present and Future Directions*. Now Publishers Inc.
- Sigaut, F. (2012). *Comment Homo devint Faber*. CNRS Editions.
- Simon, H. A. (2004). *Les sciences de l'artificiel* (Éd. rev. et complétée ; traduit par J.-L. Le Moigne). Gallimard.
- Simondon, G. (2005a). Forme, information, potentiels (1960). Dans *L'individuation à la lumière des notions de forme et d'information*, p. 531-551. Jérôme Millon.
- Simondon, G. (2005b). *L'individuation à la lumière des notions de forme et d'information*. Jérôme Millon.
- Simondon, G. (2012). *Du mode d'existence des objets techniques*. Éditions Aubier.
- Simondon, G. (2014). *Imagination et invention*. Presses Universitaires de France – PUF.
- Stiegler, B. (2006). Le théâtre de l'individuation. Déphasage et résolution chez Simondon et Heidegger. Dans *Technique, monde, individuation*. Heidegger, Simondon, Deleuze, p. 57-73. Vrin.
- Teyssoit, G. (2008). L'architecture comme membrane. Dans R. Geiser (dir.), M. Onon (trad.), *Explorations in architecture. Teaching, Design, Research* (p. 166-175). Birkhäuser. http://explorationsinarchitecture.ch/pages/resources/uploads/131/Teyssoit_FR.pdf
- Teyssoit, G. et Bernier-Lavigne, S. (2012). Forme et information. Chronique de l'architecture numérique. Dans A. Guiheux (dir.), *Action Architecture* (p. 51-89). Édition de La Villette.
- Ullmer, B. et Ishii, H. (2000). Emerging frameworks for tangible user interfaces. *IBM Systems Journal*, 39(3-4), p. 915-931. <https://doi.org/10.1147/sj.393.0915>
- Vallgård, A. (2014). Giving form to computational things: developing a practice of interaction design. *Personal and Ubiquitous Computing*, 18(3), p. 577-592. <https://doi.org/10.1007/s00779-013-0685-8>
- Vallgård, A. et Sokoler, T. (2010). A Material Strategy: Exploring Material Properties of Computers. *International Journal of Design*, 4(3), p. 1-14.
- Viana, D. (2015). *Individuation and the synthesized network: An approach to digital convergence*. PLATFORM: Journal of Media and Communication, p. 34-45.
- Vinot, J.-L., Letondal, C., Pauchet, S. et Chatty, S. (2016, 14 septembre). *Could tangibility improve the safety of touch-based interaction? Exploring a new physical design space for pilot-system interfaces*. In Proceedings of the International Conference on Human-Computer Interaction in Aerospace (HCI-Aero '16). Association for Computing Machinery, New York, États-Unis, p. 1-8. <https://doi.org/10.1145/2950112.2964581>
- Wark, S. et Sutherland, T. (2015). Platforms for the new : Simondon and media studies. *Platform: Journal of Media and Communication*, 6(1), p. 4-10.
- Wedin, M. V. (2000). *Aristotle's Theory of Substance. The Categories and Metaphysics Zeta*. Oxford University Press.
- Wiberg, M. (2018). *The Materiality of Interaction: Notes on the Materials of Interaction Design*. MIT Press. <https://ieeexplore.ieee.org/document/8333157>
- Wiltse, H. (2014). Unpacking Digital Material Mediation. *Techné: Research in Philosophy and Technology*, 18(3), p. 154-182. <https://doi.org/10.5840/techne201411322>