

# Quel paradigme pour la conception ?

## Combiner approche fonctionnelle et située

Haue Jean-Baptiste

UCSD Cognitive Science Department, 9500 Gilman Drive, La Jolla, CA, 92093, USA  
jbhaue@cogsci.ucsd.edu

---

### RÉSUMÉ

Les approches classiques de conception, notamment en génie logiciel, s'appuient sur une décomposition fonctionnelle de l'artefact, très puissante. Celle-ci n'offre par contre aucun moyen explicite d'incorporer des connaissances sur l'activité autrement qu'en rapport avec la machine, en termes de computation de symboles. En réaction, un paradigme alternatif s'est constitué pour restituer les aspects situés de l'activité à partir d'études empiriques. L'obtention des modèles formels, nécessaires à la conception, se révèle malheureusement difficile. La théorie du couplage structurel fournit alors un cadre théorique et méthodologique pour accompagner la formalisation de la connaissance située de l'activité dans les modèles pour la conception.

### MOTS-CLÉS

Conception, IHM, action située, approche objet

---

## 1. INTRODUCTION

La conception d'applications interactives, et de leur interface, peut s'aborder de différentes manières impliquant présupposés théoriques, méthodes et pratiques spécifiques. L'approche dominante consiste à placer l'artefact au centre du processus de conception et à intégrer l'utilisateur comme une contrainte supplémentaire à respecter. De manière implicite ou explicite, l'utilisateur est facilement considéré avec les mêmes notions que celles utilisées pour la conception technique. Pour être intégrée à la conception, sa cognition est modélisée comme un traitement de représentations symboliques. Mais d'autres approches, notamment issues du courant de l'action située, cherchent à réintégrer les aspects de l'activité oubliés par ces formalisations.

Cet article reprend le travail de thèse de (HAUE, 2003a) mené dans le cadre du projet Multi-Accès à la R&D d'EDF. Il propose une caractérisation de deux mouvements de conception cherchant à répondre aux exigences d'utilisation. Le premier est centré sur l'artificiel, à la suite notamment des travaux de Simon. Il suppose que concevoir un produit nécessite de trouver la bonne décomposition fonctionnelle et de la réaliser à l'aide de règles générales de conception. Le second est au contraire centré sur la spécificité du vivant et considère qu'il est nécessaire de s'appuyer sur une étude empirique des pratiques considérées et d'en tirer les besoins spécifiques. La comparaison de ces deux mouvements montre leur complémentarité et les difficultés pour les articuler dans une approche de conception centrée utilisateur. La conception d'un gestionnaire d'énergie, appareil installé dans les logements pour piloter et programmer le chauffage, fournira une illustration au fil du texte.

## 2. UN MOUVEMENT DE CONCEPTION CENTRE SUR L'ARTIFICIEL

Dans son ouvrage *The science of the Artificial*, Simon réduit la complexité de la conception par une décomposition hiérarchique de l'artefact à concevoir (Simon, 1969). Il décrit les différentes étapes de la conception :

1. Représenter l'état souhaité du monde en termes de fonction à remplir par l'artefact et des contraintes de l'environnement à respecter.
2. Rechercher une décomposition de l'artefact en composants (eux-mêmes décrits par leurs fonctions) relativement indépendants de l'ensemble.
3. Concevoir empiriquement chaque composant afin de respecter les contraintes d'utilisation et celles issues de la décomposition, en réutilisant si possible tout ou partie de solutions éprouvées.
4. Assembler les composants et résoudre empiriquement les problèmes issus de cette intégration.

Simon souligne la nécessité de mener des études empiriques pour identifier les bonnes fonctions et la difficulté de trouver une décomposition adéquate de l'artefact. Mais les premiers modèles utilisés en génie logiciel, comme le modèle en V de la Figure 1, formalisent les cycles de développement en les réduisant à un processus linéaire. Ils ne laissent comme place pour l'utilisateur que les spécifications considérées comme acquises en entrée du processus.

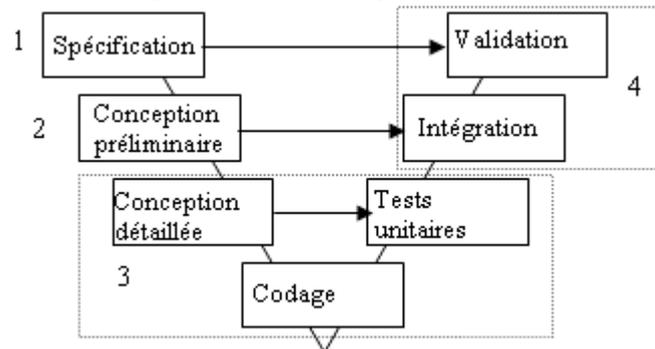


Figure 1: Cycle de développement en V de l'AFCIQ d'après (Larvet, 1994)  
Les numéros dressent le parallèle avec les étapes de Simon

De nombreux progrès depuis ce modèle ont permis une meilleure intégration de l'utilisateur. Tout d'abord, la difficulté de trouver du premier coup la décomposition qui assure à la fois le bon fonctionnement de l'artefact et le respect des contraintes a mené à des modèles en spirales. Par exemple, le modèle de (Boehm, 1988) boucle l'évaluation d'un prototype (étape 4) avec un nouveau cycle de conception. Il permet une mise au point progressive jusqu'à la version finale permettant l'intégration des évaluations de prototype utilisées dans les démarches de conception centrées utilisateur. En parallèle, les commanditaires et chefs de projet sont devenus de plus en plus sensibilisés à la question de la qualité pour l'utilisateur.

D'important progrès ont également été amenés par la programmation orientée objet, puis par les travaux dans le domaine des Interfaces Homme Machines (IHM).

## 2.1 Une décomposition fonctionnelle de l'artefact

La décomposition hiérarchique fonctionnelle possède des avantages puissants. A chaque niveau de la décomposition, les éléments sont décrits par leurs fonctions sans avoir besoin de préciser leurs mécanismes internes. Il est ainsi possible de vérifier le respect des contraintes avant de choisir les solutions. Simon propose de fonder cette décomposition fonctionnelle sur une étude systémique de l'activité humaine. Il considère que l'être humain interagissant avec son environnement est un système, sinon décomposable, au moins quasi-décomposable. A partir de là, la planification des actions de l'utilisateur peut se décomposer en buts et sous-but. La décomposition fonctionnelle de l'étape 1 peut se faire de manière à répondre à ces buts et sous-but tout en spécifiant le découpage de l'artefact de l'étape 2.

Le gestionnaire d'énergie peut dans cette approche se caractériser par sa finalité à gérer les différents appareils du logement<sup>1</sup>. Il peut se décomposer en sous fonctions correspondant aux opérations qu'il permettra de réaliser et indiquant les différents éléments de l'artefact à intégrer:

- *Délestage de la consommation* quand elle dépasse un certain seuil, en alternant le fonctionnement des appareils non indispensables (chauffe-eau par exemple). Cela permet de baisser la puissance maximale consommée tout en évitant les courts-circuits.
- *Pilotage centralisé du chauffage* pour changer l'état de tous les appareils sans avoir à les manipuler un par un.
- *Programmation des appareils* (notamment du chauffe-eau et du chauffage) pour qu'ils puissent répondre aux besoins en consommant au moment où le tarif est le moins cher.
- *Pilotage à distance*, par téléphone ou Internet.

<sup>1</sup> Cette caractérisation et les exemples qui suivent s'inspirent des appareils du commerce ayant été étudiés.

## 2.2 La modélisation objet

Mais l'approche fonctionnelle a montré ses limites quand il a fallu concevoir et maintenir des programmes de plus en plus complexes. La programmation et l'analyse Orientée Objet sont venues révolutionner la conception informatique fonctionnelle en introduisant une approche plus systémique. La notion d'objet permet de décrire un système en caractérisant chacun de ses éléments par :

- 1) son rôle, par ses relations avec les autres objets de l'environnement
- 2) l'espace de variation de son état, par les différents attributs et leurs valeurs possibles.
- 3) son comportement, par les méthodes de manipulations des données

Les multiples langages de notations sont maintenant unifiés dans UML ([www.uml.org](http://www.uml.org)), qui offre des perspectives complémentaires sur le système grâce à différents types de diagrammes. La spécification et l'implémentation peuvent s'enchaîner avec le même langage de notation en précisant les modèles initiaux de l'artefact jusqu'au code (Larvet, 1994) . Cette systémique adoptée ouvre la voie à l'intégration d'informations sur l'utilisation de l'artefact. Même si seul l'artefact est implémenté à la fin, rien n'empêche de décrire dans les modèles de spécifications le système plus vaste constitué de l'artefact, l'utilisateur et l'environnement. De nombreux modèles objets, proposés pour intégrer l'utilisateur, sont recensés par exemple dans (Van Harmelen, 2001). Chacun de ces modèles propose des notions pour décomposer les situations d'utilisation. MAD (Scapin, 1989) ou *Concur Task Tree* (Paterno, 1997) décrit les actions de l'utilisateur pour les relier aux choix sur l'interface. La norme ISO 9241 se concentre sur la description du contexte

Parmi ces différentes approches, le procédé Prospect développé à EDF permet d'obtenir une spécification de l'Interface Homme-Machine en terme d'utilité du système pour l'utilisateur (Bonneau, 2003) Op. Cit. Des modèles objets de tâches et de concepts (voir Figure 2) définissent les actions que pourra déclencher l'utilisateur au moyen de l'IHM et les données à lui fournir pour cela. La modélisation reste suffisamment abstraite pour exprimer les besoins d'utilité de l'application sans induire prématurément de choix sur l'interface, tel que formulé dans (Benyon, 1996).

La programmation est l'utilisation familiale la plus complexe du gestionnaire d'énergie. Pour le chauffage, les besoins de chaleur concernent les multiples activités d'une famille au cours de l'année. La programmation peut néanmoins se ramener à quelques notions simples qui ont été utilisées pour concevoir les gestionnaires étudiés. La programmation est organisée en zones, correspondant aux pièces ou ensembles de pièces à la même température. Pour chaque zone, un programme se décline selon les sept jours de la semaine. A chaque jour, pour une zone, un programme type est attribué. Les programmes types regroupent un ensemble de plages horaires qui définissent les périodes de confort. Le reste du temps le chauffage est mis en « réduit », pour faire des économies. Les habitudes des personnes étant souvent répétitives au cours de la semaine, la factorisation par programme type réduit le nombre de programmes manipulés. Un extrait de modèle de concept Prospect est présenté ci-dessous pour formaliser les notions mises en jeux.

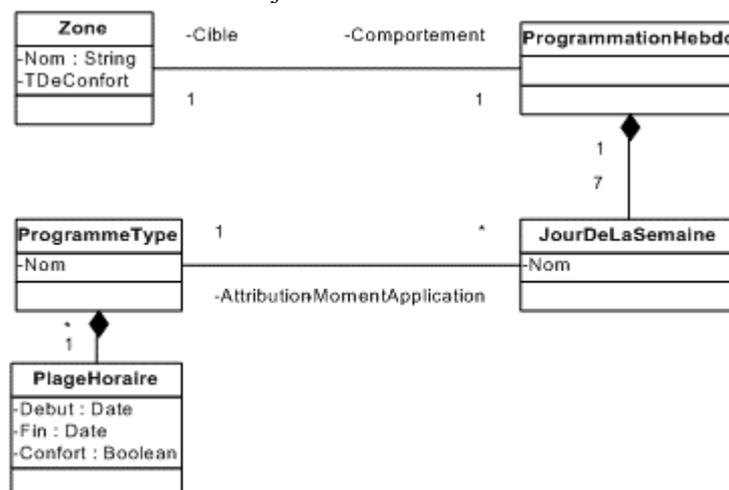


Figure 2 : Modélisation UML simplifiée des concepts définissant la programmation

Ce modèle identifie les informations que l'artefact devra présenter à l'utilisateur, pour correspondre aux notions manipulées lors de son activité supposée. Les actions à réaliser sur ces éléments sont définies par un modèle de tâche qui comprend deux tâches principales : *T1 Attribuer un programme type à un jour d'une zone* et *T2 Modifier un programme type* (se décomposant elle-même en sous-tâches notamment pour gérer les plages horaires)<sup>2</sup>. La factorisation des réglages par les programmes types laisse supposer une simplification du travail à effectuer.

### 2.3 Le focus sur l'IHM

L'IHM est la partie de l'artefact directement en contact avec l'utilisateur. L'importance croissante accordée aux problèmes d'utilisabilité a amené à la considérer comme un objet de conception à part entière. Comme pour l'artefact, sa conception consiste à sélectionner, parmi les éléments de dialogue disponibles (fenêtre, boutons, etc.), ceux qui présenteront les informations et commandes, tout en respectant les contraintes de la plateforme (taille de l'écran, puissance de calcul) et d'utilisation (issues de la modélisation du contexte). Des règles de conception sont proposées comme connaissances générales pour guider le choix de ces solutions, indépendamment des spécificités du domaine d'utilisation. Elles prennent la forme de standards de conception (la norme ISO 9241 par exemple), de guides de styles pour un environnement particulier (par exemple Mac ou Windows) ou de guidelines de conception organisés en différents niveaux d'abstraction (Bastien, 1995, Nielsen, 1995, Vanderdonckt, 1998, Shneiderman, 1998).

Si ces règles pré-établies permettent d'éviter les erreurs connues, leur nombre et généralité rendent leur application parfois difficile. Des patterns d'interaction ont été définis pour compiler des solutions reconnues comme efficaces en spécifiant le domaine de contexte concerné (Bayle, 1998, Griffiths, 2001). La catégorisation de patterns constitue alors une typologie d'action de l'utilisateur plus que de critères généraux. Mais au final, seule une validation par les utilisateurs assure du respect des besoins spécifiques au domaine d'utilisation. Elle nécessite par contre de disposer d'une solution de dialogue. Les dessins, maquettes ou la technique du Magicien d'Oz, où l'humain simule les réponses orales de l'ordinateur, permettent de tester les dialogues Hommes Machines sans construire tout l'artefact. Les prototypes permettent d'évaluer leur manipulation par l'utilisateur. Enfin, l'utilisation dans un groupe pilote autorise l'évaluation en situation réelle, avant un large déploiement.

En suivant les modèles précédents de Tâches et Concepts, une interface interactive se satisfaisant d'une surface d'affichage limitée peut être présentée pour remplacer les interfaces statiques des gestionnaires existants. Les deux tâches du gestionnaire d'énergie *T1 Attribuer un programme type à un jour d'une zone* et *T2 Modifier un programme type* peuvent, par exemple, être portées par des onglets, des menus déroulants et des boutons.

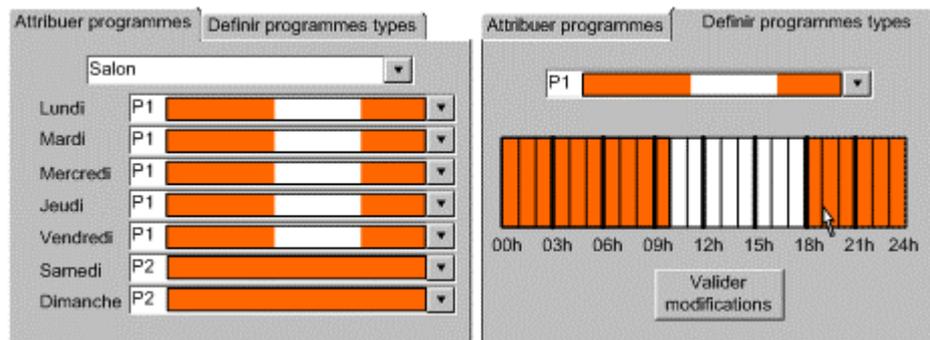


Figure 3 : Possible interface présentant les concepts et commandes à l'utilisateur

Ainsi la programmation peut être supportée par un minimum d'opérations. Les labels, le choix, la taille et la disposition des boutons suivent à la fois les critères de présentation des interfaces Windows et celle garantissant la facilité de manipulation (groupement des informations, feed-back visuel pour éviter et identifier les erreurs ...).

<sup>2</sup> Un modèle de tâche complet pourrait être construit jusqu'à représenter les manipulations terminales d'information qu'aura à effectuer l'utilisateur.

## 2.4 L'incapacité de prendre en compte les usages

Ce mouvement centré sur l'artificiel est nécessaire pour la conception. Par contre, plusieurs types de critiques sont formulés sur sa prise en compte des besoins des utilisateurs.

Une première critique, partagée par les différentes approches centrées utilisateur, est qu'étant pris dans une logique technique, il est difficile de prendre en compte les besoins finaux. C'est pourquoi, introduire des connaissances sur l'utilisation dans le cycle de conception nécessite un changement culturel et une collaboration multidisciplinaire, à la fois difficile et nécessaire.

Une seconde critique, généralement partagée par les milieux ergonomiques, est que ce mouvement favorise une validation des solutions techniques, plus facile à organiser et dont les résultats s'appliquent plus immédiatement aux choix techniques de conception. Or, ni les règles générales de conception, ni les évaluations a posteriori en laboratoire ne permettent d'identifier les besoins spécifiques au contexte d'un domaine d'activité. Même si leur organisation et l'intégration de leurs résultats dans les modèles informatiques sont plus problématiques, les études empiriques préalables sur le terrain restent nécessaires pour capturer les besoins des utilisateurs.

Enfin, une dernière critique est plus spécifique au courant de l'action située et porte sur la capacité des formalismes issus de l'artificiel à prendre en compte les spécificités du vivant. L'approche computationnelle de l'esprit est plus particulièrement attaquée, pour son incapacité à prendre en compte les aspects de la cognition qui émergent de la situation, de l'interaction entre l'utilisateur et son environnement. Dreyfus a tout d'abord proposé une critique radicale qui s'appuie sur les échecs de l'Intelligence Artificielle à modéliser: 1) la dimension incarnée et située de l'activité, 2) le rôle du contexte et 3) le rôle des constructions sociales et culturelles, (Dreyfus, 1984). Lucy Suchman a alors introduit le terme d'action située (Suchman, 1987) Op. Cit. pour récuser le rôle de la planification comme déterminant de l'action. Sans nier le rôle de la planification dans la construction du sens donné à l'action, elle insiste sur les réactions opportunistes et émergentes des utilisateurs.

## 3. UN MOUVEMENT DE CONCEPTION CENTRÉ SUR LE VIVANT

Le terme d'action située de Suchman a servi d'étendard pour fédérer les critiques de la métaphore de l'esprit comme traitement de l'information. Différents courants se sont rangés derrière ce label, puisant dans l'éthnométhodologie, la microsociologie phénoménologique allemande, l'anthropologie ou encore la théorie de l'activité (VYGOTSKY, 1978). Issus de ce mouvement, Winograd et Florès proposent la formulation d'une approche de conception centrée sur le vivant (WINOGRAD et FLORES, 1989). La machine doit être construite pour apporter les ressources nécessaires à la situation d'action.

La Conception Centrée sur le Cours d'Action (CCCA) vient prolonger ces travaux, en y intégrant l'application systématique d'observations empiriques (THEUREAU et JEFFROY, 1994). La volonté de s'appuyer sur une étude empirique des situations d'utilisation amène à un paradoxe de conception. Pour améliorer, grâce à l'artefact, les situations existantes il est nécessaire de prévoir les situations futures d'utilisation. Mais plus des choix a priori sont faits pour rapprocher la situation étudiée de la situation prévue, afin de les étudier, plus les alternatives et potentialités d'amélioration se restreignent. Les étapes de conception proposées par la CCCA proposent alors par principe des itérations pour se rapprocher progressivement de la situation finale d'utilisation. Les étapes sont :

1. Etudier des situations d'activité proches de l'utilisation visée et identifier les régularités de l'interaction des acteurs avec leur environnement.
2. Identifier, à partir de cette analyse, les améliorations rendues possibles par les modifications technologiques et formuler des recommandations pour construire l'artefact.
3. Utiliser le nouvel artefact pour étudier une activité plus proche de la situation finale d'utilisation.

Les apports pratiques de cette approche s'appuient sur des principes théoriques et méthodologiques qu'il est possible de confronter à ceux de l'artificiel.

### 3.1 L'autonomie des systèmes vivants

L'action située s'appuie sur le rejet d'une cognition humaine comme application de règles formelles. Winograd et Florès pour répondre à la critique formulée par Suchman reprennent la philosophie d'Heidegger. L'utilisateur est engagé dans une situation d'action. Soumis aux contraintes et perturbations immédiates de son environnement, il n'a que peu d'occasions pour planifier. Il s'appuie sur les possibilités d'actions spontanément offertes par la machine qu'il a « sous la main ». Le stylo reste transparent, ne nécessitant pas de se rappeler sa présence pour écrire.

La théorie du couplage structurel (MATURANA et VARELA, 1994), adoptée par la CCCA, précise ce caractère asymétrique de l'interaction entre l'utilisateur et l'artefact. L'activité de l'utilisateur, en fonction de ses expériences passées et de son environnement présent, détermine le sens qui est donné à l'artefact. L'engagement dans la situation filtre et oriente les informations qu'il perçoit et l'interprétation qui en résulte. Selon cette théorie, une décomposition hiérarchique est inapte à représenter la cognition humaine qui peut évoluer au cours du temps et de la situation.

Par ailleurs, si son sens dépend du contexte, l'artefact peut également transformer cette situation : en tant qu'objet technique il est anthropologiquement constitutif (STIEGLER, 1994). Il ouvre des espaces de signification et d'accomplissement humain en permettant la répétition de nouvelles actions sur l'environnement. L'acquisition du sens et de la familiarité de l'artefact au cours de l'apprentissage est décrit comme un processus d'appropriation par Merleau-Ponty (MERLEAU-PONTY, 1945) : lors de sa découverte, le nouvel artefact se détache sur le monde propre<sup>3</sup> de l'utilisateur tel qu'il est mobilisé dans la situation. Les liens qu'établit l'utilisateur pour le doter de sens lors de sa découverte sont renforcés et prolongés au cours des usages, jusqu'à ce que l'artefact soit intégré dans le monde propre et le corps propre de l'utilisateur. Il apporte alors une signification et une possibilité d'action immédiate et transparente, au sens de Heidegger.

Dans cette approche, l'objet de conception est une **situation appropriable d'interaction entre l'utilisateur et son environnement**, incluant le nouvel artefact (HAUE, 2003b). L'étude des situations existantes d'interaction entre l'utilisateur et son environnement doit permettre d'identifier les situations d'utilisation qui facilitent ou enrichissent la vie de l'utilisateur et auxquelles il pourra facilement faire sens. L'artefact qui lui sera proposé devra à la fois s'intégrer dans les situations existantes et aider l'utilisateur à développer les nouveaux usages.

De nombreux problèmes sont rencontrés dans l'utilisation de la programmation du gestionnaire. Ils sont dus à la faible motivation<sup>4</sup>, à la nouveauté de l'appareil et à la difficulté de reprendre la main sur la programmation (LEBOIS et BEILLAN, 1999)<sup>5</sup>. Pour compenser ces limites de l'artefact, EDF a monté un réseau de professionnels qui assure une présentation générale par différents agents EDF, une présentation de l'appareil par l'installateur et une aide à la programmation par un agent EDF. Les discours commerciaux établissent et associent à l'artefact les avantages d'économie et de réduction des manipulations quotidiennes. Une analyse du langage dans les usages du gestionnaire a notamment été menée pour détailler le processus d'appropriation (GROSJEAN et al., 2001). Elle montre, que pour la plupart des utilisateurs le gestionnaire est doté de sens par ce qu'il permet de ne pas faire (« Je touche un bouton et c'est tout », « je ne m'occupe de rien », « c'est un programmeur »). Tous les réglages effectués sans la participation de l'utilisateur restent mystérieux, uniquement devinés par le comportement du chauffage jour après jour. Par contre, plus rares sont les personnes qui se sont appropriées le gestionnaire pour contrôler leur environnement (le gestionnaire « permet d'avoir le confort maximum sans gêne », « nous sensibilise aux périodes chères »).

---

<sup>3</sup> Le monde propre regroupe tout ce qui peut constituer une perturbation significative pour l'acteur. Le corps propre appartient au monde propre et regroupe toutes les actions possibles pour l'acteur. C'est donc un ensemble de mondes propres, dynamiques et changeants, que l'acteur se constitue en déambulant dans son environnement. Ces mondes peuvent être sociaux, langagiers.

<sup>4</sup> Les gestionnaires d'énergie sont souvent installés dans les habitations collectives ou intégrés dans les offres « tout électrique » d'EDF.

<sup>5</sup> Les exemples ci-dessous sont issus des analyses effectuées ou reprises lors du projet Multi Accès.

### 3.2 Une observation empirique pour une description située

La caractérisation de l'utilisation suppose des méthodes d'observation empirique de l'activité et de description qui en respecte les aspects situés. Selon la définition donnée par la théorie du couplage structurel, il est nécessaire d'observer et de décrire à la fois 1) l'interaction entre l'utilisateur et la machine (leurs comportements réciproques) et 2) comment les processus du couplage organisent la perception et constituent le sens qui est donné à l'utilisateur.

Le 1) se résout par l'observation du comportement de l'utilisateur. Pour étudier le 2), plus problématique, l'approche Cours d'Action s'appuie sur un recueil outillé et systématique du témoignage de l'utilisateur sur son Cours d'expérience. Il s'agit de retracer le déroulement de l'expérience au cours du temps. Les données sont issues tant des commentaires spontanés à voix haute lors de l'action que d'entretiens d'auto-confrontation, destinés à replonger l'utilisateur dans le cours d'un moment passé de son activité (THEUREAU et JEFFROY, 1994). Cette observation empirique s'inscrit dans le projet de naturalisation de l'expérience défendu dans (VARELA et SHEAR, 1999).

Le Cours d'Action identifie ce qui, dans l'interaction avec l'environnement, est effectivement perçu et interprété par l'utilisateur (THEUREAU, 2000). Pour cela, il met en relation le Cours d'Expérience et les contraintes/stimulations de l'environnement. Le Cours d'Expérience de l'utilisateur est représenté par une modélisation analytique empirique (THEUREAU, 2003). Au lieu d'une décomposition de l'abstrait vers le concret, un mouvement lie 1) un questionnement à partir des données, 2) un essai de découpage de ces données, 3) une réinterrogation du questionnement par rapport à ce découpage. Les continuités et ruptures des différentes couches de l'engagement de l'utilisateur sont ainsi progressivement dégagées. Chaque unité significative, période de stabilité de l'expérience, est représentée par un signe caractérisant ses différentes composantes.

La Figure 4 montre une séquence de 14 signes d'un Cours d'Action, durant quelques minutes, lors de laquelle survient une difficulté de programmation<sup>6</sup>.

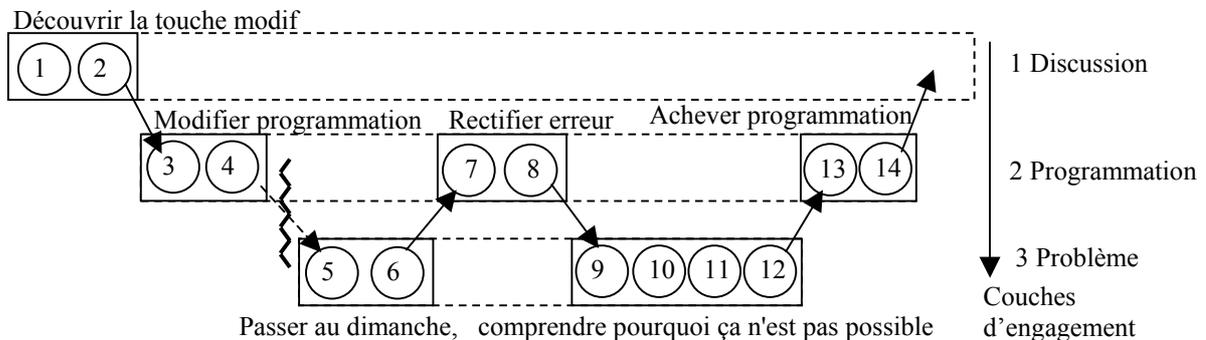


Figure 4 : Extrait de Cours d'Action d'un moment de programmation

Les trois niveaux enchâssés restituent la focalisation progressive de l'utilisateur passant 1) d'une discussion/présentation avec l'interviewer où il redécouvre la touche 'modif' permettant de modifier un programme, à 2) l'utilisation de cette touche pour effectuer une modification effective de la programmation de la famille, le week-end, et enfin à 3) la résolution du problème de changement de jour. La modification de la programmation est tout d'abord effectuée pour le samedi, signes 3 et 4. Mais une rupture de l'engagement apparaît (trait ondulé) lorsque l'utilisateur cherche sans succès à atteindre la journée de dimanche pour y faire les mêmes modifications. Les signes 5, 6 et 9 à 12 sont alors consacrés à la lecture du manuel pour comprendre ce qui ne marche pas, avec une pause, signes 7 et 8, pour corriger une fausse manipulation changeant la programmation.

<sup>6</sup> Des données ont été rassemblées sur l'utilisation des questionnaires d'énergie, comprenant à la fois des entretiens autobiographiques sur l'histoire d'apprentissage et des moments filmés d'utilisation. Elles ont permis d'identifier les continuités et ruptures d'expérience de l'utilisateur tant au niveau microscopique lors d'une situation d'utilisation, qu'au niveau macroscopique de l'histoire d'appropriation.

Cette analyse montre que, engagé dans une évocation de ses besoins journaliers, l'utilisateur cherche naturellement à passer d'un jour à l'autre. La cause de ses difficultés est l'appareil qui casse cette logique par une décomposition entre *T1 Attribuer un programme type à un jour d'une zone* et *T2 Modifier un programme type*. La simplification de l'interaction perçue par les concepteurs ne se réalise malheureusement pas car l'utilisateur cherche en fait à passer directement d'un jour à l'autre.

L'utilisation des entretiens autobiographiques permet également d'étudier le Cours de Vie de gestion d'énergie de la famille qui retrace la constitution du processus d'appropriation du gestionnaire dans le temps (HAUE, 2003b). Les événements vécus par la famille, selon les préoccupations du moment, sont pour certains intégrés dans leur histoire de gestion d'énergie, telle qu'ils se la forment. La figure ci-dessous reconstitue la construction de cette histoire pour la famille de l'utilisateur précédent.

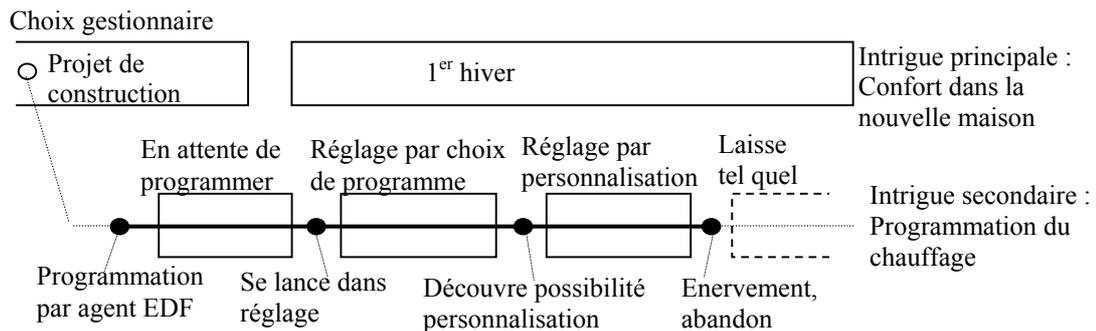


Figure 5 : Extrait de Cours de Vie d'appropriation de la programmation

Les rectangles marquent les périodes de stabilité des pratiques de leur famille. Les points indiquent les événements qui initient une nouvelle période. Les intrigues représentent les préoccupations récurrentes de la famille tissant la trame de leur projet de transformation de leur quotidien. L'intrigue de la programmation pour cette famille est née du projet de construction de leur nouvelle maison. Elle s'est déroulée lors du premier hiver dans la nouvelle maison. La programmation effectuée par l'agent EDF, sans que personne de la famille ne soit là, ne correspondait pas aux besoins. L'utilisateur, ayant anticipé la programmation, commence par choisir parmi les programmes types qui lui sont proposés. Lors de la vie dans la maison, des imperfections sont toujours présentes. Celles-ci l'amènent à se plonger dans le manuel et découvrir la possibilité de personnaliser les programmes par la touche « modif ». Les difficultés de programmation présentées dans le Cours d'Action précédent amènent à un abandon de ces efforts alors que la programmation, acceptable, était encore perfectible.

Les préoccupations récurrentes se déclinent selon les périodes et événements et fournissent de nouvelles catégories d'activité. Les événements indiquent des moments importants. Les périodes délimitent des contextes particuliers précisant les objectifs et le statut des savoirs en jeu (anticipation, savoirs en construction, savoirs appropriés). Ces catégories permettent d'identifier 1) les situations par lesquelles les utilisateurs futurs devront passer et 2) les difficultés qui pourraient être évitées. Ainsi la succession des périodes montre que proposer des programmes préétablis n'est pas satisfaisant : aucun ne convient totalement. Il est préférable de proposer directement une programmation personnalisée. Sa constitution initiale constitue un événement particulier, aux besoins différents des rectifications ponctuelles lors de la période de réglage. L'abandon des efforts de programmation par un utilisateur motivé et compétent montre le soin à apporter dans la prise en compte de ces situations.

### 3.3 Des catégories significatives pour la conception

L'étude empirique de situations proches de l'utilisation vise à identifier les besoins futurs afin que l'artefact fasse naturellement sens pour l'utilisateur et s'intègre facilement dans l'interaction. Les catégories d'activité fournissent des contraintes que le fonctionnement de l'artefact devra respecter. Elles prennent pour cela la forme d'unités significatives du Cours d'Action et de situations du Cours de Vie, généralisées de la confrontation entre personnes étudiées. L'étude des processus d'appropriation fournit des éléments qui peuvent être utilisés dans la conception de l'artefact mais aussi pour l'accompagnement commercial, le mode d'emploi ou l'aide en ligne.

Les procédures et fonctions des gestionnaires existant définissent implicitement des situations présumées d'utilisation (telles les situations de modification et d'attribution de programme type). L'étude des pratiques liées au gestionnaire d'énergie amène à une catégorisation plus riche, en terme de situations (voir tableau ci-dessous).

Utilisation	Situations
générale	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Surveillance quotidienne de l'état du logement et des appareils.</li> <li>• Définition du confort (t° par défaut) par zone.</li> <li>• Absence prolongée (vacances par exemple).</li> <li>• Extinction / Rallumage du chauffage aux changements de saisons.</li> <li>• Evaluation de la consommation lors de la réception de facture.</li> </ul>
comme moyen de pilotage central/local	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Surveillance continue de l'état du logement et du déroulement des ordres éventuellement en cours.</li> <li>• Besoin ponctuel dans une pièce (froid pendant la lecture).</li> <li>• Nécessité de couper temporairement le chauffage (ouvrir fenêtre pour le ménage).</li> <li>• Arrivée / Départ dans le logement nécessitant d'allumer / éteindre le chauffage.</li> </ul>
comme outil de programmation	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Surveillance continue du déroulement de la programmation et des ordres éventuellement en cours.</li> <li>• Constitution d'une nouvelle programmation par évocation des besoins journaliers</li> <li>• Ajustement de la programmation en cours pour une modification ponctuelle.</li> <li>• Pilotage manuel dans une zone non soumise à la programmation (salle de bain).</li> <li>• Reprise en main locale pour un besoin particulier non prévu dans la programmation.</li> <li>• Reprise en main générale suite à une présence/absence dans le logement non prévue dans la programmation.</li> </ul>

### 3.4 Un apport non formalisé

Les personnes chargées de la construction technique de l'artefact se positionnent de fait dans le paradigme technique et ont besoin de spécifications formelles. Les connaissances sur l'activité située doivent être transformées en connaissances formelles utilisables dans ces choix techniques. Mais les catégories significatives n'indiquent pas quelle est la meilleure décomposition hiérarchique pour les représenter. En effet, les multiples situations, contextes variés pour les mêmes tâches, peuvent se représenter par différents formats et décompositions en arbre. De plus, si les catégories indiquent des unités de sens à respecter, elles ont une capacité limitée de prédiction de l'amélioration que peut apporter une solution technique particulière. En transformant la situation, des circonstances sans influence jusque là peuvent prendre un rôle particulier non prévu, en raison des multiples possibilités d'adaptation des systèmes vivants. Un moment de créativité est alors nécessaire pour mettre en œuvre les possibilités et stratégies techniques.

L'apport des connaissances sur l'activité située repose finalement sur la capacité des individus à transmettre des connaissances non formalisables pour construire des formalisations symboliques. Une définition théorique et méthodologique ne suffit alors pas à la conception. Il est nécessaire de faire collaborer les personnes étudiant les pratiques avec les concepteurs techniques. Ainsi, si le CSCW n'a pas réussi à fournir une formulation théorique commune à son objet (GRUDIN, 1994), ses succès sont dus à la possibilité donnée aux utilisateurs, ethnométriciens et concepteurs de discuter ensemble.

## 4. DISCUSSION

Chaque mouvement ouvre sur une pratique différente de la science. La métaphore de l'artificiel fournit une formulation computationnelle de la cognition, qui peut être échangée, discutée et soumise à critique. La validité scientifique repose alors sur la possibilité de réfutation des hypothèses dans des conditions expérimentales reproductibles. L'approche située, quant à elle, donne la priorité à l'observation empirique et limite la généralisation des catégories descriptives au domaine d'activité étudié. C'est la rigueur méthodologique de recueil et d'analyse des données qui est ici garante de la validité scientifique.

#### 4.1 Des formalisations admissibles de l'activité

La théorie du couplage structurel propose une théorie de la cognition qui permet de sortir de l'affrontement. La notion de « description symbolique admissible du couplage » de Varela fournit un cadre pour l'utilisation de modélisations de décomposition hiérarchique. Si cette modélisation ne prend pas en compte les possibilités d'adaptation des systèmes vivants, le choix judicieux de ses éléments peut néanmoins représenter le couplage structurel, à un moment et dans un contexte donné. Au contraire des processus physiologiques, il n'est pas possible de retracer la causalité des phénomènes que fait émerger l'organisme vivant en interaction avec son environnement<sup>7</sup>. Dans cette approche, l'approche de Simon est théoriquement inadaptée pour rendre compte de tous les aspects de la cognition. Elle garde néanmoins son intérêt méthodologique pour la conception. Les modèles informatiques peuvent alors constituer une description admissible de l'activité, si 1) ils sont basés sur des catégories issues d'une étude située de l'activité et si 2) ils précisent leur domaine de validité.

De tels modèles constituent une base pour une approche de la conception cherchant à répondre aux besoins de l'utilisateur. Ils cherchent à intégrer des connaissances sur les aspects situés de l'activité dans la construction hiérarchique de l'artefact. Néanmoins, leur définition ouvre de nombreuses questions sur leur contenu et les méthodes de leur construction.

#### 4.2 Des modèles différents pour l'utilité, l'utilisabilité et l'appropriabilité

Pour relier les mondes de l'utilisateur et de la machine, il est nécessaire de trouver des catégories générales respectant à la fois la dynamique du couplage et les principes de construction en couche des décompositions hiérarchiques. Parmi les multiples propositions, les « ponts » conceptuels de Norman comptent parmi les plus célèbres. (NORMAN, 1986). Néanmoins, le découpage en sept étapes d'action et d'évaluation<sup>8</sup> constitue un fractionnement a priori qui élimine les aspects spécifiques de la situation d'utilisation.

Haradji fournit un autre pont entre l'étude du Cours d'Action et le procédé Prospect. Il propose une première formulation des connaissances issues de l'étude de l'activité sous la forme d'un arbre de tâche (HARADJI, 1998). Ce premier modèle est repris par les analystes objets pour obtenir une formalisation en tâches et concepts. En se concentrant sur l'utilité des applications interactives, il est alors possible de fonder la modélisation de l'artefact, pour une couche spécifique, à partir de connaissances de l'activité.

Il est alors envisageable d'étendre cette démarche pour des niveaux complémentaires de conception : l'utilisabilité et l'appropriabilité (HAUE, 2003a). Avec l'utilité, chacun de ces trois niveaux se définit comme un aspect du couplage structurel visé par les concepteurs.

- **l'utilité** concerne les couplages que devra supporter l'artefact. Il est modélisé par les modèles Prospect de tâches et de concepts (cf. Figure 2). Il exprime les besoins issus de l'étude des différentes situations d'utilisation et spécifie les commandes que devra fournir l'artefact.
- **l'utilisabilité** concerne le déroulement du couplage selon les situations considérées, intégrant le support choisi et le contexte pertinent pour l'utilisateur. Il peut se modéliser par les principes de dialogues (HARADJI et al., 2002). Il rapporte l'intégration des catégories significatives dans la dynamique de l'interaction et spécifie l'organisation de l'interface homme machine
- **l'appropriabilité** concerne enfin le processus de mise en place du couplage. L'étude des étapes d'apprentissage et des facteurs facilitateurs peut appuyer la conception des dispositifs d'aide de l'artefact, mais aussi les guides d'utilisation et accompagnement commercial.

Chaque niveau délimite une étape particulière de la construction de l'artefact et les connaissances concernées de l'activité.

---

<sup>7</sup> La notion de « clôture opérationnelle » situe les différents aspects de la cognition et les processus biologiques, en indiquant la possibilité de leur étude empirique.

<sup>8</sup> Action (But, intention, séquence d'action, exécution) → Evaluation (Perception état, interprétation, Evaluation)

### 4.3 Des modèles aux multiples lectures

Comme le montre la pratique de Prospect à EDF, construire des spécifications d'application interactive intégrant des connaissances situées de l'activité nécessite une **collaboration**. Les modèles sont construits à partir des catégories apportées par l'ergonome et formalisés par un analyste objet. Le modèle constitue un support commun, qui porte des parcours interprétatifs différents (BACHIMONT, 1997). L'ergonome le lit comme une abstraction des connaissances situées de l'activité. Il vérifie que, au cours de son évolution, le modèle en propose une description admissible. L'analyste objet, quant à lui, interprète le modèle par rapport au langage formel utilisé. Il vérifie la rigueur de la syntaxe et de la spécification du code.

Une architecture en trois modèles a été proposée pour répondre aux limites de représentation des aspects situés de l'activité par les modèles formels et accompagner leur construction collaborative (HAUE, 2003a). Des modèles expriment des points de vue plus proches de la description de l'activité ou des contraintes sur l'artefact et sont reliés par un modèle abstrait commun. Ainsi :

- Un **modèle de contexte**, permet d'explicitier une description proche de l'activité
- Un **modèle de spécification**, fournit les exigences techniques sur la machine
- Un **modèle abstrait**, fournit une description commune aux deux points relie les deux modèles précédents en s'assurant de la cohérence de l'ensemble (les modèles de tâches et de concepts sont les modèles abstraits pour l'utilité).

L'articulation progressive de ces modèles permet alors d'explicitier les différents types de connaissances et de s'assurer que les choix techniques sont fondés sur une étude empirique de l'activité.

## 5. CONCLUSION

Ces mouvements ont des intérêts opposés, durs à concilier dans une démarche de conception :

- Le mouvement centré sur l'artificiel s'appuie sur une décomposition fonctionnelle très puissante pour la conception technique et y intègre l'utilisateur en le comparant à un système de traitement de l'information. Il bute par contre sur les aspects émergents de l'activité.
- Le mouvement centré sur le vivant peut à l'inverse capturer ces aspects situés. Par contre, il peine, par définition, à fournir une formulation formalisée pour la conception ou comme alternative à la théorie computationnelle.

La théorie du couplage structurel de Maturana et Varela offre un cadre théorique pour intégrer explicitement ces deux mouvements dans une démarche de conception centrée utilisateur. Le travail effectué, s'appuyant sur les acquis développés à EDF, définit pour cela l'objet de conception comme la situation appropriable d'interaction entre l'utilisateur et son environnement. Elle amène à délimiter la modélisation de l'interaction en domaines distincts, définis par les critères d'utilité, d'utilisabilité et d'appropriabilité. Pour chacun une architecture en trois modèles permet de construire par étapes l'artefact en intégrant dans sa structure les catégories porteuses de sens pour l'utilisateur.

## 6. BIBLIOGRAPHIE

- BACHIMONT B. (1997). *L'artefacture entre herméneutique de l'objectivité et de l'intersubjectivité ; un projet pour l'intelligence artificielle*. In SALANSKIS J.-M., RASTIER F. et SCHEPS R. (Eds.), *Herméneutique : texte, sciences*. PUF.
- BASTIEN J.M.C. & SCAPIN D.L. (1995). *Evaluating a User Interface with Ergonomic Criteria*. *Journal of Human-Computer Interaction*, 105-121 p.
- BENYON D.R. (1996). *Domain Models in User Interface Design*. In BENYON D.R. et PALANQUE P. (Eds.), *Critical Issues in User Interface Systems Engineering*. Springer-Verlag.
- BOEHM B.W. (1988). *A Spiral Model of Software Development and Enhancement*. Computer, mai, pp. 61-72.
- BONNEAU D., BRISSON G., LORTEAU S. & SUIGNARD P. (2003). *Le procédé PROSPECT ou comment spécifier un système interactif ?* (Rapport No. HE-78/03/009). EDF R&D.
- DREYFUS H. (1984). *L'intelligence artificielle, mythes et légendes*. Flammarion.

- GROSJEAN M., LACOSTE M. & LEVY E. (2001). *Approche ethnographique et socio-pragmatique des nouveaux services interactifs*. (Rapport interne). EDF R&D, 94 p.
- GRUDIN J. (1994). *CSCW : History and Focus*. IEEE Computer, Vol. 27, N° 5, pp. 19-27.
- HARADJI Y. (1998). *L'analyse de l'activité et le modèle de tâches dans la spécification d'un système interactif*. Communication présentée à Ergo'IA 98.
- HARADJI Y., HAUE J.-B. & SUIGNARD P. (2002). *Les principes de dialogue : une étape incontournable dans la conception de l'interaction H/M*. Communication présentée à IHM 2002, Poitiers.
- HAUE J.-B. (2003a). *Conception d'interfaces grand public en terme de situations d'utilisation : le cas du Multi-Accès*. Thèse, Université de Technologie de Compiègne, Compiègne.
- HAUE J.-B. (2003b). *Etude de l'activité du quotidien de gestion d'énergie dans une finalité de conception*. Journée Act'ing.
- LARVET P. (1994). *Analyse des Systèmes : de l'approche fonctionnelle à l'approche objet*. Paris: InterEdition, 320 p.
- LEBOIS V. & BEILLAN V. (1999). *Synthèse des retours d'expérience socio-techniques centrée sur l'utilisateur*. (Rapport No. HN-55/98/022). EDF R&D, 24 p.
- MATURANA H. & VARELA F. (1994). *L'arbre de la connaissance*. Paris: Addison-Wesley France.
- MERLEAU-PONTY M. (1945). *Phénoménologie de la perception*. Gallimard.
- NIELSEN J. (1995). *Guidelines for Multimedia on the Web, A Jakob Nielsen's Alertbox*. En ligne: <http://www.useit.com/alertbox/9512.html>.
- NORMAN D.A. (1986). Cognitive Engineering. In: NORMAN D.A. et DRAPER S.W. (Eds.), *User centered system design ; New perspectives on Human-Computer Interaction*. (pp. 31-61) Lawrence Erlbaum Associates.
- PATERNO F., MANCINI C. & MENICONI S. (1997). *ConcurTaskTrees: a diagrammatic notation for specifying task models*. Communication présentée à INTERACT'97,
- SCAPIN D.L. & PIERRET-GOLBREICH C.D. (1989). *MAD : Une méthode analytique de description des tâches*. Communication présentée à IHM'89, Sophia-Antipolis, France.
- SHNEIDERMAN B. (1998). *Designing the User Interface: strategies for effective Human-Computer Interaction*. Addison-Wesley Publishing Company.
- SIMON H.A. (1969). *The Sciences of the Artificial*. Massachusetts Institute of Technology.
- STIEGLER B. (1994). *La Technique et le temps*. Vol 1, La Faute d'Epiméthée. Paris: Galilée/Cité des Sciences et de l' Industrie.
- SUCHMAN L.A. (1987). *Plans and situated actions*. Cambridge University press.
- THEUREAU J. (2003). Dynamic, living, social and cultural complex systems: principles of design-oriented analysis. In BENCHEKROUN H. et SALEMBIER P. (Eds.), *Cooperation and Complexity*. Paris: Hermes.
- THEUREAU J. (2000). Éléments essentiels de l'analyse des cours d'action en relation avec la question de l'analyse des compétences. In Barbier .J.M. et al. (Ed.) *L'analyse de la singularité de l'action*. Paris: PUF.
- THEUREAU J. & JEFFROY F. Eds) (1994). *Ergonomie des situations informatisées*. Octares édition.
- VAN HARMELEN M. (Ed. (2001). *Object Modeling and User Interface Design: Designing Interactive Systems*. Addison-Wesley Pub Co, 452 p.
- VANDERDONCKT J. (1998). *Towards a Corpus of Validated Web Design Guidelines*. Communication présentée au Workshop 'User Interfaces for All',
- VARELA F.J. & SHEAR J. Eds) (1999). *The View from Within: First Person Approaches to the Study of Consciousness*. UK: Imprint Academic, 320 p.
- VYGOTSKY L.S. (1978). *Mind in Society. The Development of Higher Psychological Processes*. Cambridge: Harvard University Press.
- WINOGRAD T. & FLORES F. (1989). *L'intelligence artificielle en question*. PUF.