



Groupement De Recherche

Psychologie ergonomique
et
Ergonomie cognitive



**CONTRIBUTION FINALE
DU GDR PSYCHO ERGO
À LA PROSPECTIVE DU PIRSTEC
AVRIL 2009**

SOMMAIRE

<i>INTRODUCTION GÉNÉRALE.....</i>	<i>2</i>
<i>GT1 : DIAGNOSTIC, PRISE DE DÉCISION, CONTRÔLE COGNITIF ET GESTION DES RISQUES.....</i>	<i>3</i>
<i>GT2 : RÉOLUTION DE PROBLÈME, PLANIFICATION ET CONCEPTION.....</i>	<i>5</i>
<i>GT3 : ACTIVITÉS COGNITIVES DANS LES SYSTÈMES D'INFORMATION ET INTERFACES HOMME-MACHINE.....</i>	<i>7</i>
<i>GT4 : COOPÉRATION HOMME-HOMME ET COOPÉRATION HOMME MACHINE ..</i>	<i>9</i>
<i>GT5 : INTERACTIONS PERCEPTIVO-MOTRICES.....</i>	<i>12</i>
<i>GT A : FORMATION ET GESTION DES COMPÉTENCES.....</i>	<i>14</i>
<i>GT B : VIEILLISSEMENT, HANDICAP ET EXPÉRIENCE : CONCEVOIR EN TENANT COMPTE DES CHANGEMENTS ET DES DIFFÉRENCES.</i>	<i>19</i>
<i>GT C : ASPECTS INTENSIFS : ÉMOTIONS, CHARGE MENTALE, VIGILANCE.....</i>	<i>23</i>
<i>GT D : THÉORIES ET MÉTHODES.....</i>	<i>25</i>

IRCCyN - École Centrale de Nantes

1, rue de la Noë - B.P. 92101 - 44321 NANTES CEDEX 3 - France

Tél. : +33 2 40 37 69 17 - Fax : +33 2 40 37 68 01

E-mail : gdr-psychoergo@irccyn.ec-nantes.fr – <http://www.gdr-psychoergo.org>

INTRODUCTION GÉNÉRALE

Les réponses détaillées aux questions posées sont à trouver dans les paragraphes qui suivent cette introduction et qui sont structurés selon les thématiques du GDR. Elles ont été élaborées après discussion entre les participants du GDR (notamment les 26 et 27 Mars 2009 lors des réunions soutenues par le PIRSTEC) par les Directeurs du GDR et les Responsables des Groupes thématiques, dans l'ordre : Jean-Michel Hoc, Françoise Darses, Christine Chauvin, Charles Tijus, André Tricot, Alain Giboin, Richard Palluel-Germain, Jean-Michel Boucheix, Jean-Claude Marquié et Béatrice Cahour.

Thématiques actuelles dans votre champ

1. Diagnostic, Prise de Décision, Contrôle Cognitif et Gestion des Risques
2. Résolution de problème, Planification et Conception
3. Activités Cognitives dans les Systèmes d'Information et Interfaces Homme-Machine
4. Coopération Homme-Homme et Coopération Homme-Machine
5. Interactions perceptivo-motrices
6. Formation et Gestion des Compétences
7. Vieillesse, Handicap et Expérience
8. Aspects Intensifs : Émotions, Charge mentale, Vigilance
9. Théories et Méthodes de la recherche en situation complexe

Éléments d'argumentation pour nous permettre de défendre votre projet

La psychologie ergonomique apporte principalement à la psychologie et aux sciences cognitives des connaissances sur le fonctionnement cognitif en situation écologique ou/et technologique. Elle vise à construire des connaissances pertinentes pour l'amélioration des conditions d'exercice des activités complexes.

Verrous scientifiques, techniques ou structurels

En retour, les travaux qu'elle développe en situation écologique permettent de renvoyer aux disciplines de base, surtout à la psychologie, des connaissances fondamentales que seul ce type de contexte permet de générer. Deux principales originalités de la psychologie ergonomique par rapport à l'ensemble de la psychologie doivent être soulignées. Tout d'abord, cette sous-discipline est centrée sur l'étude des activités finalisées, ce qui la conduit à accorder une attention particulière à la compréhension de la performance. Ensuite, bon nombre de travaux portent sur l'expertise.

Enjeux de valorisation

Ce projet est soutenu par une dizaine de grandes entreprises (dont AIRBUS, EDF, RENAULT, SNCF) qui partagent aux travaux et en assurent la pertinence technologique et écologique. Les travaux visent à prédire et à assister les comportements pour augmenter l'efficacité et la fiabilité des systèmes hommes-machines.

Enjeux sociétaux

Le champ de l'ergonomie cognitive couvre des activités développées en situation de travail, incluant assez largement des situations professionnelles, certes, mais aussi les situations de la vie courante qui s'en rapprochent du point de vue de la mise en œuvre d'une expertise spécifique (au sens de l'expérience).

Disciplines concernées

La psychologie ergonomique est fortement établie sur des pluridisciplinarités multiples (au sein de l'ergonomie cognitive) qui s'imposent pour maîtriser les situations étudiées et pour contribuer valablement à la conception, à l'évaluation et à la transformation des situations de travail. Outre la psychologie, qui constitue son ancrage essentiel, elles concernent notamment les sciences du langage et les sciences pour l'ingénieur.

Forces de recherche

Le GDR Psycho Ergo regroupe 39 équipes de recherche relevant de 36 unités labellisées et 6 départements de recherche-développement en entreprise. Plus de 300 personnes participent aux travaux, dont un tiers de doctorants.

GT1 : DIAGNOSTIC, PRISE DE DÉCISION, CONTRÔLE COGNITIF ET GESTION DES RISQUES

Diagnostic et prise de décision sont des activités essentielles dans de nombreuses situations professionnelles et quotidiennes : diagnostic médical, contrôle de processus, régulation de trafic, maintenance et dépannage, conduite automobile, etc. Elles interviennent également dans la gestion de crise. Ces situations présentent la particularité d'être dynamiques, complexes et de comporter des risques. Diagnostic et prise de décision vont donc de pair avec la gestion des risques : risques externes (pour l'installation, le patient, l'environnement, les usagers de la route) ou risques internes (risque de perdre le contrôle de la situation). Les travaux visent à mieux comprendre les mécanismes cognitifs sous-jacents à ces activités en situation dynamique. Ils cherchent également à les modéliser, voire à les simuler.

Quatre thématiques actuelles doivent être soulignées.

1- La modélisation et la simulation de la prise de décision en situation dynamique

Il existe de nombreux modèles psychologiques rendant compte de la prise de décision en situation dynamique (l'« échelle double » de Rasmussen ; DSM de Hoc & Amalberti ; Klein et le courant de la NDM (Naturalistic Decision Making) ; Endsley et la « situation awareness » ; ACT-R de Anderson). La plupart de ces modèles tentent de rendre compte des processus cognitifs de haut et bas niveau, ainsi que de leur articulation. La thématique de la modélisation pose deux questions primordiales :

- Quels sont les niveaux du fonctionnement cognitif qu'il convient de représenter dans le modèle : niveau stratégique, tactique, opérationnel ; niveau symbolique, subsymbolique ; niveau contrôlé, automatique ?
- Quels sont les apports et les limites des supports existants pour la modélisation et la simulation cognitive ?

Il apparaît nécessaire, aussi et surtout, d'articuler et d'intégrer les différents modèles existants pour pouvoir rendre compte des comportements des agents, des processus intra-agents, mais également des processus inter-agents.

2- Les mécanismes adaptatifs de la cognition humaine et de la performance

Le contrôle cognitif est l'outil principal de réglage de l'adaptation qui vise à établir un compromis cognitif acceptable entre coût cognitif et efficacité du résultat pour assurer l'obtention d'une performance acceptable, c'est-à-dire la maîtrise de la situation. Hoc et Amalberti (2007) ont proposé un modèle cadre susceptible d'intégrer un ensemble de résultats de la littérature autour du concept central de maîtrise de la situation, en structurant différentes modalités de contrôle cognitif selon deux dimensions orthogonales : le niveau d'abstraction (symbolique/ subsymbolique) et l'origine des données du contrôle (interne (anticipatif) ou externe (réactif)). Des directions de recherches en ont été dérivées qui visent à répondre à une question principale : comment s'effectue le réglage du contrôle cognitif ? ou encore, quelles sont les informations, les événements qui provoquent une modification des données utilisées pour le contrôle ou un changement du niveau d'abstraction ? Cette question peut être déclinée sous différentes formes :

- Quelle est la part, dans la prise de décision, de la représentation de la situation externe (« situation awareness » au sens de Endsley) et des métaconnaissances ? Le poids de ces deux catégories de déterminants varie-t-il en fonction des caractéristiques de la situation, du niveau d'expertise des opérateurs, des habiletés cognitives et de la personnalité des opérateurs ?
- Comment s'articulent les activités sub-symboliques et symboliques dans des situations dynamiques, quels sont les indices perceptifs qui guident l'activité, quelles sont leurs caractéristiques, à quel niveau intervient l'attention ?
- Comment se caractérise la « compétence heuristique » évoquée par Brehmer et qui permet aux individus d'adopter des stratégies pertinentes pour « gérer » des situations complexes ?

Le réglage du compromis cognitif éclaire, par ailleurs, les mécanismes de gestion individuelle des erreurs (production, évitement, réduction des conséquences, récupération). On sait, notamment, que les experts ne récupèrent pas toutes les erreurs commises. L'essentiel, pour eux, est d'aboutir à une performance acceptable et de contrôler le risque. Le contrôle du risque, dans les activités routinières procède de deux mécanismes : un contrôle externe dans l'environnement de signaux indicateurs de risque qui s'appuie largement sur l'utilisation d'« affordances », un contrôle interne concentré sur la supervision de l'activité cognitive et l'évaluation du contrôle effectif de la situation.

3- La fiabilité humaine

Diagnostic et prise de décision peuvent donner lieu à des erreurs. Différents modèles ont été proposés pour analyser la fiabilité humaine. Ces méthodes (GEMS en particulier) permettent de catégoriser les erreurs, au regard notamment des niveaux de contrôle utilisés pour réaliser ces activités mais aussi de les expliquer à la lumière des connaissances disponibles sur le fonctionnement cognitif et sur les limites de la cognition humaine.

Ces approches ne prennent pas en compte l'influence des contraintes qui s'opèrent sur un système socio-technique et qui peuvent conduire à une déviance des comportements et, parfois même, à une « normalisation de la déviance » (Vaughan). Les approches actuelles de la fiabilité humaine adoptent, à la suite de Rasmussen, une approche systémique en s'intéressant, en particulier, à l'influence des modes d'organisation sur la fiabilité et sur la sécurité.

Les questions qui se posent portent, dès lors, sur l'élargissement des modèles cognitifs à des situations d'interaction opérateurs-systèmes.

4- La prise en compte des aspects collectifs des activités de diagnostic et de prise de décision

La psychologie ergonomique s'est longtemps intéressée aux activités d'individus considérés isolément. Or, dans de nombreuses situations, diagnostic et prise de décision sont réalisés par un collectif de travail et s'appuient soit sur des activités de coopération (télétravail par exemple), soit sur des interactions entre plusieurs personnes (prise de décision dans des situations de trafic par exemple). Ces activités sont, qui plus est, souvent réalisées par des acteurs qui sont distants les uns des autres et qui communiquent à l'aide de différents outils ; elles sont effectuées au sein de réseaux où la cognition est « distribuée » et appellent des méthodes particulières, telles que celle proposée par Stanton pour analyser la « conscience distribuée de la situation » dans des systèmes dynamiques.

Les questions qui se posent sont relatives à la formalisation du réseau, aux formalismes de modélisation des activités collectives, à la notion de « référentiel commun » et à la prise en compte d'aspects sociaux lors de la prise de décision (existence de règles informelles, importance du jugement d'autrui, etc.). Ces questions sont particulièrement pertinentes pour l'analyse et la modélisation de la gestion de crise.

L'étude de la prise de décision est partagée par de nombreuses disciplines et sous disciplines) et, notamment par : la psychologie (cognitive et sociale), la sociologie, les sciences de gestion et l'économie, les mathématiques et l'informatique. Chaque discipline ou sous-discipline élabore des approches de cette thématique en ignorant souvent les travaux effectués dans les autres disciplines. Des interfaces entre ces disciplines semblent nécessaires pour progresser dans la compréhension, la modélisation et la simulation de la prise de décision.

Les travaux menés sur la prise de décision ont pour objectif ultime d'aider les décideurs à prendre des décisions satisfaisantes et de limiter le risque d'erreur. Les enjeux de valorisation concernent le développement des systèmes d'aide à la décision. Les enjeux sociétaux sont importants puisqu'il s'agit de limiter le risque d'accidents dans des secteurs à risque, comme le nucléaire, les transports ou encore le domaine médical.

Les nouvelles techniques d'imagerie cérébrale bouleverseront certainement notre vision des mécanismes en jeu dans les activités cognitives en général et dans les activités de diagnostic et de prise de décision en particulier.

Cette thématique est traitée par une vingtaine d'équipes dans des domaines d'activité variés. L'étude de situations réelles de travail et la diversité des domaines étudiés apparaissent comme une force pour pouvoir développer et mettre à l'épreuve des modèles pertinents des activités cognitives considérées.

GT2 : RÉOLUTION DE PROBLÈME, PLANIFICATION ET CONCEPTION

Historiquement, la résolution de problème a été au cœur des sciences cognitives avec les travaux de Newell et Simon dès les années 70 (Newell & Simon) et a investi, dès les années 80, la psychologie ergonomique (ex : Card, Moran, & Newell). Un investissement fort à

propos puisque la nécessité d'étudier la cognition en situation fait de la psychologie ergonomique une discipline appropriée au regard de son champ d'investigation: celle qui prend le monde réel en considération (Norman). Cet investissement a conduit à s'intéresser à la résolution de problèmes complexes (Frensch & Funke ; Hoc ; Quesada, Kintsch, & Gomez) et la résolution de problèmes complexes en situation (Schön ; Visser) avec des tentatives d'application des grands modèles de la cognition (e.g., GOMS, SOAR, ACT, LSA) aux situations réelles de prise de décision (ex. : Matessa & Remington, Sohn, Douglass, Chen & Anderson pour l'aéronautique), et non plus seulement aux situations de laboratoire, et à l'élaboration de modèles plus adaptés (ex. : ICARUS de Choi et Langley).

Il s'agit toutefois de recherches longues et difficiles et un certain nombre de questions méritent un investissement de l'effort public et devraient être affichées par le PIRSTEC comme telles :

- Quelles sont les stratégies efficaces de planification, d'ordonnement et le ré-ordonnement des actions qui évitent l'explosion combinatoire et qui gèrent au mieux les contraintes ? Comment modéliser ces stratégies sous l'angle de formalismes interdisciplinaires permettant la conception d'outils d'assistance adaptés en lien avec les sciences de l'ingénieur ? Comment soutenir ces stratégies par des interfaces et une coopération homme-machine ?
- Comment prédire la distribution interne et externe des composantes du problème relativement à la nature du phénomène cognitif, de l'affordance à la planification, de l'insight à l'apprentissage progressif, de l'activation automatique de connaissances au raisonnement ? Comment traduire ces affordances dans les interfaces homme-machine ?
- Quels sont les processus cognitifs de génération de nouvelles solutions qui permettent l'obtention de nouvelles conceptions ? Comment favoriser la flexibilité cognitive ? Mais aussi comment expliquer la fixité fonctionnelle qui pourrait se révéler être le pendant négatif de l'affordance, - une affordance positive aux effets négatifs - ? Ou encore comment expliquer les phénomènes d'insight ? un concept largement débattu (Jones), mais finalement peu étudié, parce que d'occurrence faible.
- Comment se réalisent les processus intégratifs des phases de conception et des phases de planification qu'on observe auprès de l'opérateur humain qui, avec un comportement dynamique, applique des procédures, mais qui découvre, invente et apprend.

Le PIRSTEC devrait également mettre en avant la recherche sur la conception d'aides informatiques à la résolution, à la planification et à la conception pour accompagner l'évolution vertigineuse des technologies de l'information et de la communication, qui est tout à la fois un facteur de développement de nouvelles formes d'organisation, de production et de gestion qu'un facteur de changements inattendus des pratiques, raisonnements, perceptions et actions de l'opérateur.

Enfin, un nombre de ces technologies relèvent de technologies des sciences cognitives, qu'on retrouve dans les ateliers du PIRSTEC, par exemple (ex. : le brain computing). Le PIRSTEC devrait souligner l'importance de l'étude de la conception de ces nouvelles technologies en Sciences cognitives et celle de leurs usages.

GT3 : ACTIVITÉS COGNITIVES DANS LES SYSTÈMES D'INFORMATION ET INTERFACES HOMME-MACHINE

L'évolution rapide des technologies de l'information et de la communication conduit à une diversification des systèmes d'information et à une augmentation exponentielle du nombre de sources disponibles. Si bien que de plus en plus d'individus ont accès à de plus en plus d'informations dans des activités professionnelles, de formation ou de la vie quotidienne. Cette augmentation de la quantité d'information s'accompagne de nombreux problèmes : difficultés à trouver l'information pertinente, à traiter des sources multiples, à traiter des formats de présentation hétérogènes, à interagir avec des interfaces multimodales, à comprendre des contenus complexes. Ces problèmes ne sont pas, à l'heure actuelle, résolus par la formation des individus à l'usage de l'information.

La recherche en psychologie ergonomique traite de ces problèmes, notamment en interaction avec les travaux conduits en STIC dans le domaine des Interactions Humains – Machine (IHM). Vingt laboratoires sont impliqués dans cette thématique, dont un à Bruxelles et un à Genève. Les situations étudiées sont principalement celles d'apprentissage et de formation professionnelle, notamment à distance, les postes de conduite dans le domaine du transport et enfin la gestion des connaissances dans les entreprises. Les activités étudiées sont très diverses : lecture, compréhension et recherche d'information, apprentissage, conduite, communication d'informations. Au sein de cette liste des principales activités étudiées, on retrouve, comme souvent en psychologie ergonomique, des activités se prêtant à des travaux de laboratoire tandis que d'autres relèvent des travaux de terrain. Les chercheurs du domaine utilisent différentes variables pour qualifier ou quantifier les activités des opérateurs : compréhension, mémorisation, « navigation » dans le système d'information, déplacement, apprentissage, mouvements oculaires, prise de décision, attention. Les facteurs dont ils étudient les effets sont principalement les formats de présentation de l'information, les modalités sensorielles de présentation de l'information ou d'interaction, la structure de l'information, les outils d'interrogation, l'expertise des opérateurs, ainsi que leur âge, leur handicap ou leur maladie.

Trois thèmes semblent particulièrement importants.

1 - Effets conjoints de la tâche, de variables humaines et de caractéristiques du système sur la recherche d'information et l'apprentissage

La recherche s'est clairement orientée ces dernières années vers l'étude de l'interaction entre les caractéristiques des systèmes, celles des opérateurs et celles des tâches. Par exemple, pour quel type de tâche de recherche d'information la présence d'un index alphabétique dans le système d'information est-elle efficace ? Cette efficacité est-elle fonction de l'expertise des individus dans tel ou tel registre ? Faut-il simplifier la structure de l'information des sites Web destinés aux personnes âgées ? Si oui, comment ? Comment représenter l'information spatiale pour les personnes non-voyantes dans des situations de déplacements ?

Ces questions sont d'un abord difficile car elles mêlent différents niveaux de traitement (sensoriels, attentionnels, et traitements dits « de haut niveau » comme la compréhension ou la prise de décision). En outre, elles portent de plus en plus sur des activités complexes, où les opérateurs réalisent consécutivement ou parallèlement plusieurs tâches.

La difficulté de ces questions et la complexité des situations étudiées fournissent un terrain de choix pour contribuer au débat actuel sur la mémoire de travail et ses rapports avec la mémoire à long terme. C'est dans des situations où des effets attentionnels et des effets liés à l'expertise des individus sont étudiés conjointement, notamment grâce à la réalisation de tâches très exigeantes, que l'on peut mettre en exergue les phénomènes de « dépassement » des capacités de mémoire de travail.

2 - Ergonomie des documents pour l'enseignement scolaire et la formation professionnelle

Les documents électroniques, les logiciels de simulation et les techniques de réalité virtuelle – réalité augmentée offrent la possibilité de représenter des contenus de connaissance que l'on ne pouvait pas représenter sur papier (par ex. les phénomènes dynamiques complexes). Elles offrent aussi des situations d'apprentissage qui n'existaient pas auparavant (par ex. la formation des pilotes sur simulateur de vol). Ces nouvelles technologies suscitent légitimement un grand enthousiasme dans le domaine de l'enseignement scolaire et de la formation professionnelle. Pourtant, les évaluations empiriques montrent que les résultats ne sont pas souvent à la hauteur des promesses. Au plan international, on a assisté au cours des quinze dernières années à une véritable explosion des recherches dans le domaine de l'amélioration de la conception des documents, notamment multimédias, pour l'apprentissage et la formation, comme en attestent les sommaires des deux revues phares du domaine : le *Journal of Educational Psychology* aux États-Unis et *Learning & Instruction* en Europe.

La recherche s'organise autour des questions suivantes :

- Comment réduire l'effet de partage de l'attention quand l'individu doit traiter des sources d'information multiples ?
- Comment faciliter le traitement cognitif d'un contenu très complexe ?
- Dans quelles conditions les animations sont-elles efficaces ?
- Quels sont les effets des techniques de réalité virtuelle sur le traitement cognitif des objets, des concepts, des situations de travail ou de communication ?

Un défi majeur du domaine de l'ergonomie des documents pour l'enseignement scolaire et la formation professionnelle est probablement celui de la capitalisation des résultats empiriques, qui se comptent aujourd'hui en milliers. Si de remarquables synthèses internationales existent, comme celle de Mayer à laquelle des chercheurs français ont participé (Bétrancourt, Rouet), il demeure que ces synthèses concernent des travaux de laboratoire et, pour l'essentiel, des apprentissages de type scolaire. Il faudrait réaliser une synthèse rigoureuse, fondée sur une méta-analyse des résultats empiriques dans le domaine de l'ergonomie des documents pour la formation professionnelle.

3 - Conception de systèmes d'information pour des contextes définis

Si le Web a attiré l'attention des chercheurs du domaine depuis le milieu des années 1990, d'autres systèmes d'information suscitent un intérêt grandissant, notamment parce qu'ils sont plus homogènes et fermés que le Web, et donc plus raisonnablement étudiables.

C'est le cas des systèmes d'information des entreprises, qui supportent d'autres activités, comme la coopération, l'échange, la capitalisation des connaissances. Ces systèmes présentent une différence majeure avec le Web : ils concernent des groupes humains restreints.

C'est aussi le cas des nouveaux systèmes d'information intégrés dans des postes de conduite (voitures, camions, bateaux, avions). Cette fois-ci, l'information est destinée à un individu particulier ayant un but particulier dans une situation particulière.

Dans ces deux types de situation, la valeur de l'information dépend strictement du contexte. Le contexte peut être ici défini comme incluant une ou plusieurs tâches, un ou plusieurs individus, et un environnement (physique, social, de travail). Cette approche contextuelle de l'information est actuellement développée dans d'autres disciplines, en particulier en STIC (systèmes d'information, recherche d'information, gestion des connaissances). La contribution de la psychologie ergonomique à l'approche contextuelle de l'information peut être substantielle, notamment dans les deux domaines évoqués : les systèmes d'information dans l'entreprise et la conduite de véhicules. Par sa prise en compte de l'individu, de la tâche et de l'environnement social ou de travail, la psychologie ergonomique doit pouvoir :

- mettre à jour les effets de l'approche contextuelle de l'information, en termes d'efficacité, d'utilisabilité, et d'acceptabilité ;
- contribuer à l'analyse et à la modélisation du contexte informationnel ;
- contribuer à la conception et à l'évaluation de systèmes d'information contextuelle.

Défis à relever

- rendre compte d'effets conjoints de la tâche, de variables humaines et de caractéristiques des systèmes sur la recherche d'information et l'apprentissage ;
- élaborer un cadre rigoureux de description des tâches d'utilisation des systèmes d'information ;
- mettre à jour les effets des techniques de réalité virtuelle sur le traitement cognitif d'objets ou de situations de travail ;
- capitaliser les résultats empiriques dans le domaine de l'ergonomie des documents pour la formation professionnelle ;
- contribuer au développement d'une approche contextuelle de l'information dans les domaines des systèmes d'information pour l'entreprise et de la conduite.

Les travaux dans ce domaine peuvent contribuer à éclairer des problèmes théoriques, comme celui de l'articulation entre des traitements sensoriels, attentionnels et le développement de connaissances de « haut niveau » associés à l'expertise, autrement dit à la refonte du concept central de la psychologie cognitive : la mémoire de travail.

Au plan méthodologique, l'exigence des tâches étudiées et les techniques d'investigation disponibles doivent permettre de contribuer à la question de la mesure de la charge cognitive, et notamment à l'analyse des liens entre mesures objectives (mouvements oculaires), mesures subjectives (questionnaires) et performances.

GT4 : COOPÉRATION HOMME-HOMME ET COOPÉRATION HOMME MACHINE

Thématiques théoriques relatives à la coopération

- modes de coopération (exemple : délégation de fonction, contrôle mutuel, enrichissement perceptif, etc. dans la conduite automobile) : leurs répercussions sur les interférences positives et négatives à gérer entre agents ;
- niveaux auxquels se situe la coopération, qui n'est pas forcément le niveau cognitif (exemple : coopération dans l'action, coopération dans la planification, méta coopération) ;

- processus d'élaboration, de maintien et d'évolution des référentiels communs/contextes partagés dans les différentes situations de coopération (coopération synchrone, asynchrone, etc.) ;
- rôle des représentations externes utilisées comme objets intermédiaires partagés dans la coopération ; articulation entre ces représentations externes et les représentations internes que sont les référentiels communs ;
- rôles interactionnels dans la coopération ; articulation entre activité individuelle et collective dans la coopération ;
- reconnaissance d'intentions dans les situations coopératives ;
- relations entre cognition et émotion dans les situations de coopération (thématique émergente) ; rôle de la confiance et de la fiabilité dans les relations de coopération ;
- élargissement du domaine de validité de modèles actuels de la coopération cognitive à divers types de coopération, comme les situations de coopération asynchrone, les situations mixant coopération et compétition, etc. ;
- modélisation de la coopération dans les « grands collectifs » (thématique nouvelle) ; applicabilité aux « grands collectifs » des modèles et concepts rendant compte des activités des « collectifs restreints » (dyades, équipes, etc.) ;
- modélisation de la coopération entre humains et « avatars » (systèmes jouant un rôle « humain », comme les « agents conversationnels »).

Thématiques méthodologiques relatives à la coopération

- Méthodes d'analyse des processus de coopération
 - o Méthodes d'analyse des processus de « partage de contexte ».
 - o Méthodes d'analyse des relations entre cognition et émotion dans une situation collective (thématique émergente).
 - o Méthodes longitudinales pour l'analyse de la construction du collectif.
 - o Techniques de suivi des processus survenant dans des communautés aux contours variables (thématique émergente).
 - o Plates-formes naturalistes de tests (réseaux en ligne).
 - o Méthodes de simulation des comportements coopératifs.
- Méthodes d'évaluation et de spécification de systèmes coopératifs
 - o Méthodes coopératives ou participatives de conception, préconisant une participation active de l'utilisateur dans la conception.
 - o Opérationnalisation des modèles psychologiques afin que ces derniers puissent être utilisés « facilement » dans la conception des systèmes coopératifs.
 - o Transposition de ce qui a été observé et modélisé dans une situation de coopération homme-homme à une situation de coopération homme-machine : comment transposer l'une à l'autre et quoi transposer ?
 - o Adaptation des méthodes aux technologies collaboratives récentes ou émergentes (ex. : plates-formes d'organisation des connaissances, plates-formes de réalité virtuelle).

Argumentaire sur quelques questions primordiales

Les situations pour lesquelles les demandes d'étude augmentent sont des situations dynamiques, changeantes, évolutives. On ne met plus uniquement l'accent sur les différences de lieux et de moments de la coopération (deux partenaires de la coopération pouvant être proches ou éloignés dans le temps – coopération synchrone ou asynchrone – ou/et dans l'espace – coopération « de proximité » ou à distance), mais aussi sur :

- les changements de lieux effectués par les personnes coopérant (cf. l'informatique mobile ou capacité à utiliser un dispositif informatique lorsqu'on se déplace et donc change de lieu.) ;
- les changements de collectifs (une même personne pouvant ou devant passer d'un collectif à un autre) : on remarque des passages plus fréquents d'une communauté à une autre : besoin de s'adapter, de parler le langage de l'autre, etc. ;
- les changements dans un collectif (les acteurs du collectif changent) ; tous ces changements pouvant induire des modifications dans les modes de coopération.

On note également des demandes relatives à des :

- situations impliquant de grands collectifs (cf. réseaux sociaux et communautés en ligne) ;
- situations de coopération dans lesquelles les systèmes se trouvent partout intégrés à l'environnement (informatique ubiquitaire), par opposition aux systèmes classiques, qui sont des objets distincts (voir aussi l'informatique omniprésente) ;
- situations de coopération en « réalité virtuelle » (où les acteurs interagissent dans un substitut du monde réel) ;
- situations de conception où interviennent les psychologues ergonomes eux-mêmes – des situations où la coopération entre ces psychologues et d'autres spécialistes est nécessaire.

Verrous scientifiques, techniques ou structurels

- « Passage à l'échelle » des modèles et des méthodes, induit par le passage de l'étude de la coopération dans des collectifs restreints à l'étude de la coopération dans des « grands collectifs ». Le problème est ici de gérer la complexité de la situation à étudier.
- Articulation entre modèles/méthodes issus des différentes disciplines contribuant à l'étude de la coopération et à la conception de systèmes coopératifs.
- Coordination/communication entre disciplines SHS-STIC
- Coordination/communication entre disciplines travaillant sur les usages
- Coordination/communication entre structures spécialisées dans les usages (ex. : Laboratoires des usages, Living labs, etc.).

Nouvelles interfaces à développer

- Interfaces entre disciplines travaillant sur les usages (sociologie des usages, ergonomie, utilisabilité des IHM, ingénierie des besoins, etc.).
- Interfaces entre structures spécialisées dans les usages (ex. : Laboratoires des usages, Living labs, etc.). On peut penser à avoir des interfaces matérielles comme les « grands instruments » pour les sciences physiques ou biologiques (ex. : accélérateur de particules), des interfaces permettant de fédérer les efforts de recherche.
- Interfaces R/R&D/ D/Usage. L'idée est ici chercher à coordonner le plus possible les activités des acteurs et des structures intervenant dans le processus complet $R \rightarrow R\&D \rightarrow D \rightarrow Usage$.

Enjeux de valorisation

- Valorisation des travaux de recherche par le transfert dans des disciplines connexes.
- Valorisation des travaux de recherche par le transfert dans l'industrie et la société.

Enjeux sociétaux

La coopération, l'harmonie, entre ses membres est un souci majeur de la société. Les études sur la coopération peuvent aider la société à répondre à ce besoin. Les enjeux relatifs à la coopération sont nombreux. On ne citera que quelques exemples :

- relations de service ;
- relations dans les réseaux en ligne (Internet) ;
- relations entre partenaires sociaux : l'importance de ces relations dans l'acceptation, par exemple, du télétravail a été souligné par Nathalie Kosciusko-Morizet, secrétaire d'Etat chargée de la prospective et du développement de l'économie numérique ;
- sécurité routière, aérienne, ferroviaire, maritime ;
- sécurité des biens et des personnes .

Avancées scientifiques qui bouleverseront la vision du domaine

La mise au point de techniques de réalité virtuelle permet de simuler des situations de coopération et donc de contribuer à valider des modèles de la coopération.

Disciplines concernées

La psychologie ergonomique étant une discipline transversale à toutes les disciplines relevant de la psychologie scientifique, toutes les disciplines contribuant à l'étude des processus collectifs : psychologie sociale, psycholinguistique, psychologie du travail, etc.

Les disciplines avec lesquelles interagit la psychologie ergonomique :

- disciplines relevant des SHS et contribuant à l'étude des processus collectifs : sociologie des usages, sociolinguistique, linguistique, économie, gestion... ;
- disciplines/approches relevant des STIC : informatique (multi-agents, Web 2.0, CSCW...), automatique.

Instruments et paradigmes concernés

- Les différents paradigmes d'étude de la cognition, en particulier : cognition située, cognition distribuée, théories de l'action, théorie de l'activité, théorie de l'acteur-réseau, pragmatismes.
- Commencent à apparaître (ou réapparaître) des paradigmes « intégratifs » (intégrant les différentes composantes d'un comportement : cognition, motivation, émotion).

Forces de recherche existantes

La quinzaine d'équipes membres du Groupe thématique Coopération du GDR, situées en France ou dans les pays francophones limitrophes (Suisse, Belgique, Luxembourg). Ces équipes regroupent une cinquantaine de chercheurs et d'ingénieurs, sur poste ou temporaires (doctorants et ingénieurs experts en particulier). Plusieurs de ces équipes sont pluri-disciplinaires.

GT5 : INTERACTIONS PERCEPTIVO-MOTRICES

L'étude des coordinations sensori-motrices peut s'appréhender à travers divers domaines d'application induisant l'utilisation de nouvelles technologies comme la réalité virtuelle, l'automatique et la robotique. Un des thèmes principaux développé par notre groupe concerne

l'étude des coordinations sensori-motrices appliquée aux situations nécessitant la réalisation de gestes complexes ou la manipulation d'objets à distance. En effet, les performances humaines en contexte technologique sont généralement contraintes par les environnements dans lesquels les comportements sont mis en œuvre : ces environnements sont souvent peu familiers du fait d'un appauvrissement ou d'un format inhabituel des informations disponibles. Ainsi, le prélèvement d'information ou le guidage d'un objet sur un écran de contrôle (simulateur de conduite, téléopération, environnement virtuel) requiert l'intégration des transformations de plan et d'échelle entre l'espace physique et l'espace perçu. Dans ces situations, la concordance existant généralement entre les différents systèmes sensoriels impliqués dans l'action (systèmes proprioceptif-tactilo-kinesthésique, auditif, vestibulaire et visuel) est souvent réduite. Ceci implique la restructuration des systèmes de référence et des modes contrôles nécessaire à l'action. Par conséquent, ces situations de réalité virtuelle (RV) soulèvent, d'un point de vue ergonomique, des questions relatives à l'intégration des données perceptives et motrices dans l'accomplissement des tâches à fortes contraintes cognitives mais également, en retour, des objectifs quant à la création d'environnements adaptés au fonctionnement de l'individu, dans lesquels des opérateurs distants puissent interagir et collaborer.

L'étude des interactions entre motricité et données perceptives peut se faire à l'intérieur d'environnements physiques artificiels utilisant les systèmes de réalité simulée, augmentée ou virtuelle (casque HMD, système CAVE, par ex.). Ces systèmes placent l'individu en situation technologique innovante et permettent l'étude fondamentale des capacités de traitement de l'organisme en situation perceptive non familière, en situation d'apprentissage, ainsi que l'étude du comportement humain en situation d'immersion.

Les principaux verrous à lever dans ce domaine concernent la question des réafférences visuelles nécessaires à la mise en place de mouvements adaptés. Cette approche est la fois fondamentale et appliquée puisqu'elle concerne directement l'amélioration des systèmes d'aide à la sécurité routière ou la mise au service des populations handicapées de la robotique mobile. Par exemple, un domaine majeur d'application porte sur l'étude des coordinations sensori-motrices dans le cadre de la conduite automobile à l'aide de différents systèmes de simulation. Dans cet axe, la RV est utilisée comme un moyen de recréer des situations particulières permettant de mettre en évidence le rôle de certains indices visuels sur la gestion de la trajectoire du véhicule (comportement oculomoteur, couplage mouvement de la tête et géométrie de l'environnement routier, contrôle postural, etc.). Un autre domaine en fort développement porte sur le téléguidage et la téléopération — des situations dans lesquelles sont soulevées des questions relatives au contrôle du comportement sur la base d'informations ayant subi une transformation géométrique ou dynamique. C'est le cas en téléopération lorsqu'un système proximal (robot « maître ») permet de contrôler un système distal (robot « esclave ») par l'intermédiaire d'un écran de contrôle. On peut ainsi étendre à un site éloigné, inaccessible ou dangereux, les capacités de manipulation et de perception d'un opérateur humain. Ici, l'un des verrous à lever concerne les paramètres spatio-temporels associés à la téléopération d'un engin mobile dans le cadre de la définition d'une interface homme-machine. Dans cette thématique des nouvelles interfaces doivent être développées en proposant un lien plus étroit entre la modalité visuelle et la modalité haptique. Pour cela, un des enjeux est de mettre l'accent sur le développement d'une communication plus étroite entre ces modalités sensorielles via l'utilisation de systèmes robotisés à retour d'effort.

Ces axes de recherches sont bien évidemment valorisables dans des domaines comme l'intelligence artificielle (robotique, système expert) et également dans la santé publique (handicap, téléchirurgie, rééducation, assistance palliative). Il nous apparaît fondamental que

l'étude des interactions perceptivo-motrices dans les situations écologiques ou technologiques soit réalisée grâce à une approche pluridisciplinaire (ergonomie, psychologie, robotique, linguistique, neurosciences, etc.), nécessaire pour maîtriser les situations qui sont l'objet de la recherche et pour contribuer valablement à la conception, à l'évaluation et à la transformation des situations de travail.

Une dizaine d'équipes contribuent à cette thématique.

GTA : FORMATION ET GESTION DES COMPÉTENCES

1 - La notion de compétence professionnelle

La notion de compétence est relativement nouvelle en psychologie ergonomique. Elle est liée à l'évolution des tâches dans les situations de travail. C'est un terme issu « du sens commun », polysémique qui se substitue souvent à « connaissances », « capacités », « habiletés », « expertise ». Cette notion implique l'étude de la performance et de l'activité. Il existe des définitions relativement anciennes de ce terme, comme par exemple celle de De Montmollin : « ensembles stabilisés de savoir et de savoir-faire, de conduites types, de procédures standard, de types de raisonnements, que l'on peut mettre en oeuvre dans des apprentissages nouveaux et qui sédimentent et structurent les acquis de l'histoire professionnelle : elles permettent l'anticipation des phénomènes, l'implicite dans les instructions et la variabilité des tâches ». La compétence serait le « potentiel d'action dans une sphère professionnelle que l'on peut inférer à partir de la réalisation complète de l'activité en situation de travail dans une temporalité longue » (Rogalski & Marquié). Les connaissances spécifiques au domaine avérées et à la base de l'action professionnelle efficace peuvent être qualifiées de savoir de référence. La compétence est très liée à la notion d'expertise et également d'expérience. Toutefois, paradoxalement, cette notion dont l'importance supposée est si fréquemment évoquée, nécessite des définitions plus explicites car elle reste floue, ainsi que des recherches. Par exemple, la nature et l'organisation des connaissances liées à l'expertise, la qualité des modèles mentaux construits par les opérateurs dans les activités de compréhension au cours de la formation ou encore les étapes du développement des compétences sont des questions importantes. Cinq thèmes ou questions de recherche actuelle seront développés, deux classiques :

- Les dimensions de la compétence ;
- La dynamique du développement de compétences, de l'apprentissage, et de la capitalisation des savoirs ;

et trois autres constituant plutôt des tendances actuelles de développement :

- Modèles, outils et méthodes pour la conception, la conduite et l'évaluation des formations et de l'apprentissage ;
- Les apprentissages multimédias : Le rôle de technologies TIC dans la conception des outils d'apprentissage et des documents pédagogiques ;
- Le progrès des méthodes

Nous n'aborderons pas la question du vieillissement qui fait l'objet d'une thématique à part entière du GDR.

2 - Les dimensions de la compétence

Beaucoup de recherches sur l'expertise se sont appuyées sur la comparaison « experts-novices » ou « débutants-expérimentés ». Beaucoup reste à faire en ce qui concerne les

« niveaux de l'expertise » et de compétence notamment l'idée de « continuum d'expertise ». Les recherches doivent aussi se développer sur la nature dynamique ou fonctionnelle des connaissances mobilisées au cours du développement des compétences. Comment se développent des niveaux de régulation des différents types de connaissance mobilisés au cours de l'activité ? Ils peuvent concerner :

- L'engagement corporel (composante perceptive et motrice) ;
- Le passage d'un fonctionnement contrôlé à un fonctionnement automatisé ;
- La conceptualisation des actions (aspect réflexif de l'action) ;
- L'apprentissage implicite ;
- L'activation et le fonctionnement de concepts en actes ;
- Les connaissances méta-cognitives ;
- La temporalité dans les situations dynamiques.

L'articulation de ces différentes composantes est particulièrement importante dans la gestion des situations dynamiques à risques.

D'autres dimensions nouvelles nécessitent le développement de recherches :

- Les notions de concepts pragmatiques, concepts construits pour et par la situation de travail, et de structure conceptuelle des situations ;
- L'organisation fonctionnelle des connaissances en mémoire chez l'expert ;
- Les compétences collectives ;
- Les « compétences émotionnelles ».

Un modèle analytique des connaissances opérationnelles (KEOPS) a été développé dans le cadre de recherches sur la formation professionnelle (Rogalski & Samurçay). Il présente une articulation des connaissances selon quatre pôles : des connaissances génériques et conceptuelles (K) des catégories de situations et des procédures pour les traiter (PS), des connaissances épisodiques de situations singulières (E) et enfin des connaissances d'outils cognitifs opératifs (O).

3 - La dynamique du développement des compétences

Le développement des compétences, leur maintien et la capitalisation des savoirs acquis constituent des enjeux cruciaux de l'évolution des organisations, du progrès des personnes mais aussi de la recherche en psychologie ergonomique. Cette thématique revêt une importance accrue dans les situations où la complexité des processus et/ou le risque (par exemple les situations dynamiques comme les centrales nucléaires, la médecine), sont tels que l'apprentissage « sur le tas », par l'exercice et la répétition ne sont pas suffisants ou impossibles. Il peut s'agir du maintien et du développement de compétences par l'action tout au long de la vie ou au cours de périodes de formation et d'apprentissage systématique.

Nous possédons relativement peu de connaissances établies « avec une approche objective » et aussi expérimentale sur les processus de développement des compétences professionnelles chez l'adulte. Les modèles sont généralement constructivistes : c'est dans l'action que se construisent les savoirs et savoir-faire, mais comment ? Une question importante est d'articuler l'activité fonctionnelle (l'action) à l'activité méta-fonctionnelle (la réflexion) ou dans une approche de type piagétienne, l'action et l'abstraction, ou bien à travers la construction de hiérarchies d'abstraction.

D'autres modèles, issus de recherches de laboratoire ou sur la résolution de problème portant sur la procéduralisation des connaissances déclaratives pourraient utilement être testés dans

l'étude du développement des compétences professionnelles à long terme et notamment dans l'apprentissage de la gestion de situations à risques réalisée sous une pression cognitive intensive.

Trois principaux types de moyens peuvent être distingués pour le développement ou la formation des compétences :

- La formation professionnelle
- Les outils d'assistance au développement des compétences en situation de travail (outils réflexifs)
- Conception d'aide faisant partie de la conception du poste ou outils incorporant de la connaissance.

Nous nous centrerons à la suite sur la formation professionnelle et les outils d'apprentissage et en particulier les simulateurs et les technologies pour l'apprentissage.

Modèles, outils et méthodes pour la conception, la conduite et l'évaluation des formations et de l'apprentissage

La conception de formations professionnelles et de situations d'apprentissage proches des situations de travail et fondées sur l'analyse de l'activité et non sur des programmes de type scolaire est relativement récente. Cette approche d'ergonomie des situations de formation et d'apprentissage articule trois domaines disciplinaires : la psychologie ergonomique, la psychologie cognitive de l'apprentissage et la didactique professionnelle.

Le modèle de la conception de la formation s'organise en quatre étapes :

- l'analyse de l'activité,
- la transposition didactique (ou reconstitution sélective) de la situation de référence qui consiste à conserver tout ou partie des fonctionnalités de la situation de travail de référence,
- la conception des situations d'apprentissage
- et leur évaluation.

Dans le cadre d'une telle démarche, des recherches sont à entreprendre concernant l'efficacité de l'apprentissage, les modalités de développement des compétences dans ces situations transposées, les styles et les différences inter-individuelles.

De ce point de vue, le rôle des développements technologiques récents est majeur, permettant la conception de situation et d'outils d'apprentissages multimédias ou de type simulateur. Il peut s'agir de simulateurs pleine échelle, de réalité virtuelle ou augmentée, de simulations et ou de logiciels écrans dans lesquels sont sélectionnés des traits pertinents de la situation, des problèmes à résoudre, selon des principes de découpage ou de focalisation fonctionnelle.

Les technologies permettent aussi de varier les formes de représentation des situations et des connaissances à l'écran, par exemple d'associer des niveaux analogiques (images, vidéos) ou plus abstraits (courbes) d'un même phénomène ou d'un même processus dynamique. Il devient alors possible de « manipuler » des variables didactiques ou des modalités d'apprentissages dans des situations proches de la « réalité ».

Dans cette perspective les travaux sur les apprentissages avec des simulateurs pourraient trouver un développement nouveau. En effet les études utilisant des simulateurs ont le plus souvent été réalisées dans le cadre de recherches sur le diagnostic ou la gestion de situations à

risques ou dans le cadre d'évaluation des compétences mais non dans une perspective d'apprentissage ou de formation à plus long terme.

Très peu de travaux abordent le problème de l'évaluation des effets des formations. Il s'agit également d'une dimension cruciale pour les recherches futures. De même les travaux concernant l'activité et le rôle du formateur ne font que débiter : il apparaît que le rôle de celui-ci est important dans l'usage qui est réservé aux technologies pour l'apprentissage et aux situations de simulation.

Enfin, si le fonctionnement et la nature des « habiletés » des opérateurs constituent un thème majeur de l'ergonomie, des travaux sur le rôle et les mécanismes des apprentissages implicites dans ces acquisitions manquent encore.

Les apprentissages multimédias (en lien avec la thématique : « Activités cognitives dans les systèmes d'information et interfaces homme-machine »)

Le rôle des TIC dans la conception des outils d'apprentissage et des documents pédagogiques devient majeur. La possibilité de représenter à l'écran des phénomènes complexes et invisibles (par exemple le fonctionnement d'un volcan, la dynamique des marchandises à l'intérieur d'un camion pendant le transport, la pousse d'un pied de vigne etc..), des illustrations dynamiques, les logiciels de simulation écran, la possibilité de concevoir des représentations multiples, les systèmes interactifs, bref les systèmes multimédias permettent la conception de représentation et d'interfaces multiples et riches.

Le degré de sophistication de ces outils est bien en avance sur l'approche scientifique des effets réels de ces nouveaux dispositifs d'apprentissage et de formation. Sont-ils réellement plus efficaces ? Deux problèmes principaux se posent. Le premier concerne la charge cognitive induite par le traitement d'informations multiples et le partage d'attention entre des modalités sensorielles. Le deuxième est le degré d'adaptation des interfaces, notamment des images et des systèmes de contrôle proposés à l'apprenant pour le soutien des activités cognitives visées dans l'apprentissage. Par exemple on pourrait penser intuitivement que la compréhension profonde d'un processus dynamique complexe (par exemple, le fonctionnement de cœur humain) pourrait être amélioré en utilisant une présentation dynamique. Or, les travaux concernant le bénéfice des animations dans la construction de modèles mentaux efficaces et précis sont décevants : les animations ne sont pas bénéfiques. En effet, les animations sont fugaces, le sujet ne sait pas où regarder, quoi regarder et quand ? Bref, les animations sont difficilement appréhendables par le système cognitif humain de traitement de l'information symbolique, mieux à même de traiter des séquences sous la forme d'étapes statiques discrètes. Dans ce domaine des recherches sont nécessaires sur les thèmes suivants :

- La multimodalité

Des études ont montré que lorsqu'un graphique complexe est présenté, le commentaire verbal d'accompagnement doit être présenté de façon auditive et non écrite. En effet, l'utilisation de l'audio libère l'attention visuelle qui peut se consacrer au graphique. A l'inverse l'utilisation de l'écrit provoquerait un effet de partage de l'attention visuelle (split attention effect) sur les deux sources graphiques et verbales. Cependant, d'autres études mettent en doute la généralité de ce principe: il semble que ce ne soit valide que lorsque l'apprenant n'a pas le contrôle sur le rythme de la présentation et qu'avec un commentaire assez simple. La recherche consistera à explorer cette question.

- Les animations et la séquentialité

A quelles conditions une animation peut-elle être bénéfique ? Quand le sujet peut en contrôler le défilement pour la rendre plus appréhendable ? Le rôle des animations dans la conception et le traitement d'interface devra être étudié systématiquement.

- Les systèmes de contrôle par l'utilisateur

Ajouter un système de contrôle des objets de l'interface par l'utilisateur (via la souris de l'ordinateur par exemple) peut favoriser les mécanismes d'intégration de l'information durant les apprentissages et soutenir la construction de modèles mentaux efficaces et circonscrits. D'un autre côté, gestion d'un système de contrôle trop complexe peut constituer également une source de charge cognitive, en particulier chez le professionnel novice. Des recherches devront déterminer les systèmes et niveaux des contrôles les plus adaptés pour l'acquisition de compétences.

- L'interactivité

Peu de recherches ont été réalisées sur le rôle de propriétés d'interactivité avec l'interface. On peut par exemple penser que la connaissance préalable du domaine (expert contre novice) aura un effet sur l'utilisation par l'apprenant des propriétés d'interaction.

- Les représentations multiples

L'accès à plusieurs formes de représentation d'un même processus pourrait être favorable à la création chez l'apprenant de concepts de différents niveaux d'abstraction. De telles connaissances devraient faciliter la gestion de processus complexes et invisibles. Mais, multiplier les représentations peut entraîner un phénomène de confusion ou de surcharge. Les recherches pourraient se développer sur le thème des systèmes de liaison explicite (ou implicites) entre les différentes représentations.

- Les types d'images 2Dvs 3D, transparence et effets de zoom : le traitement d'images en trois dimensions doit également être étudié.
- Les feed-backs et les résultats de l'action : la possibilité d'apprendre à partir des résultats de son action, en particulier pour des systèmes à long délai de réponse ou à risque peut s'avérer très bénéfique. C'est par exemple ce que montre une étude sur la taille de la vigne par des élèves viticulteurs qui utilisaient un simulateur écran fournissant l'état du pied de vigne trois mois après la taille lorsque les sarments avaient poussé.
- Les modalités sensorielles : l'interaction entre les différentes modalités sensorielles proposée par ces systèmes interactifs devra également être étudiée.

Progrès de méthodes

Pour finir mentionnons les évolutions technologiques des outils d'investigation pour l'étude des compétences. Ces outils permettent de réaliser des études expérimentales mais aussi des analyses « on-line » de processus cognitifs par exemple en utilisant des systèmes mobiles d'enregistrement des mouvements oculaires.

Parallèlement à ces évolutions permettant de pister l'activité de l'opérateur en formation, il sera également nécessaire de réfléchir à des méthodologies de « débriefing » après l'action qui permettent d'obtenir des données « fiables » sur l'activité réflexive de l'apprenant au cours du développement des compétences.

GTB : VIEILLISSEMENT, HANDICAP ET EXPÉRIENCE : CONCEVOIR EN TENANT COMPTE DES CHANGEMENTS ET DES DIFFÉRENCES.

La Commission Européenne estime jusqu'à 15% la proportion des personnes qui présentent un handicap de nature cognitive, sensorielle ou motrice. La population âgée est concernée, car l'avancée en âge se traduit pour beaucoup de personnes par la confrontation à diverses situations de handicap. Dans l'Europe des 27, environ 16% de la population a plus de 60 ans, une proportion qui va encore fortement augmenter. Pour permettre une participation sociale active à ces populations, il apparaît indispensable de prendre en compte leurs spécificités dans la conception des infrastructures, des organisations, des services et des développements technologiques. En outre, les technologies nouvelles peuvent offrir à ces personnes d'importantes solutions palliatives. La psychologie ergonomique apporte dans ce domaine le point de vue de l'utilisateur.

Dans ce document, les problématiques du vieillissement et du handicap sont abordées conjointement à l'aide d'une approche « environnementale » du handicap qui stipule qu'une situation de handicap résulte de la combinaison de trois types de contraintes : celles liées à une activité, à un environnement et à un état fonctionnel. Les auteurs sont cependant conscients que les conséquences de ces deux phénomènes peuvent parfois être différentes.

1 - Thématiques actuelles/percées intéressantes

L'accessibilité et l'utilisabilité des technologies de l'information et de la communication par les handicapés et les personnes âgées.

L'accès aux nouvelles technologies, leur utilisabilité, leur acceptabilité et leur adéquation au regard des besoins et des caractéristiques des personnes souffrant de limitations fonctionnelles est devenu un impératif dans notre société de l'information. Le développement de la *gérontechnologie* en témoigne. Diverses disciplines (robotique, mécanique, télématique) sont de plus en plus conscientes de l'importance des apports de la psychologie ergonomique pour représenter le point de vue de l'utilisateur, et souhaitent travailler en synergie avec notre communauté.

Du fait de la prévalence grandissante des maladies neurodégénératives dans la population (DTA, Parkinson, notamment¹) et de la politique volontariste de soutien à la quotidienneté des personnes en situation de handicap, un secteur en fort développement concerne les technologies d'assistance et de compensation de la perte d'autonomie des personnes âgées et handicapées visant à favoriser leur maintien au domicile.

Divers changements, démographiques, sociaux et technologiques incitent à accorder une attention spéciale aux conditions d'accès et d'utilisation par les seniors des services offerts par le Web. Les âgés rencontrent plus de difficultés pour naviguer sur Internet que les jeunes, en

¹ Incidence de 50% chez les plus de 85 ans pour la maladie d'Alzheimer (source : PAQUID)

particulier dans la recherche d'informations. Les outils développés ne répondent que peu ou pas aux besoins spécifiques de cette population, en particulier les technologies portables qui permettent d'avoir en permanence un niveau d'information et de service équivalent à celui dont une personne peut disposer à son domicile. Face aux difficultés relevées, il est crucial d'identifier les barrières cognitives et sociocognitives à l'utilisation du WEB dans la phase d'apprentissage, ainsi que celles qui persistent ou émergent spécifiquement chez les utilisateurs âgés dans les phases ultérieures. Ce type d'étude requiert la collaboration entre chercheurs en informatique et en psychologie ergonomique.

Le maintien dans l'emploi des seniors.

Il s'agit là d'un thème majeur de l'actualité sociale, politique et économique de ces dernières années, du fait de la démographie et des réformes en cours (retraites, pénibilité du travail, prolongement de la vie active). Les bouleversements induits par les mesures politiques récentes ou à venir soulèvent de nombreuses questions dont l'ergonomie détient déjà les réponses pour certaines d'entre-elles et, pour d'autres, elle dispose des outils conceptuels et méthodologiques pour construire les nouvelles réponses attendues². Les problèmes que soulève la nouvelle donne sont des problèmes d'organisation du travail, d'aménagement des postes, de conception de dispositifs techniques adaptés aux capacités et aux stratégies cognitives des utilisateurs âgés ou handicapés, d'accès à la formation, d'adaptation des méthodes aux besoins spécifiques des seniors.

Effets des environnements professionnels sur le vieillissement cérébral.

Les situations professionnelles sont les seules qui permettent de manipuler des quantités d'expositions et de pratique suffisamment importantes pour en étudier les effets à long terme sur les processus cérébraux et cognitifs. L'étude de leur influence est donc capitale pour comprendre les conditions d'un vieillissement cognitif réussi, et préciser le rôle de variables comme la pratique et l'expertise, ou celui de certaines expositions (neurotoxiques, par exemple). Des travaux récents ont identifié, parmi les influences professionnelles, des facteurs « capacitants » et « incapacitants » sur le plan du développement cérébral et cognitif à long terme (par ex. le rôle positif d'environnements professionnels riches ou le rôle négatif de la désynchronisation durable des rythmes biologiques). On a aussi besoin de mieux connaître comment les environnements de travail influencent le développement du sentiment d'auto-efficacité et l'aptitude à long terme à relever les défis cognitifs qui s'imposent dans le milieu professionnel.

Le maintien de la mobilité pour les personnes âgées et handicapées.

La mobilité est un des domaines où les barrières imposées par les limitations fonctionnelles sont les plus gênantes. Dans les pays de l'OCDE, le nombre des plus de 80 ans devrait dépasser les 70 millions au cours des 25 ans à venir. La voiture reste un moyen de transport dont les personnes âgées se déprennent le plus tard possible. Les questions les plus actuelles sont les suivantes : Quels sont les mécanismes cognitifs particulièrement en cause dans les configurations d'accident spécifiques aux personnes âgées ? Quels sont les processus d'optimisation mis en place par les seniors et quel rôle joue la prise de conscience des

² On a besoin en particulier de recherches sur les contraintes de travail qui sont les plus pénalisantes et donc sélectives pour les opérateurs vieillissants, en fonction de leurs parcours et de l'usure professionnelle, et sur des stratégies d'adaptation leur permettant de rester performants, tout en préservant leur santé.

changements liés à l'âge ? Quels bénéfices peut-on attendre d'une formation plus régulière et des expériences de remédiation dans ce domaine ? Comment faire pour que les seniors bénéficient pleinement de l'aide apportée par les technologies embarquées ? Comment s'effectue leur appropriation de ces technologies ? Ces questions sont également pertinentes pour des conducteurs cérébrolésés qui présentent également des déficits cognitifs, notamment attentionnels, qui pourraient être compensés par des dispositifs embarqués.

Au-delà des seules applications à la conduite automobile, des travaux sont nécessaires pour mieux comprendre les difficultés de navigation dans les espaces publics pour divers types de personnes handicapées lors de leurs déplacements personnels et professionnels.

2 - Verrous scientifiques, techniques ou structurels dans notre champ de recherche

La tension entre validité interne et validité écologique (verrou scientifique).

Cette tension est difficile, mais le refus de l'assumer conduit à de graves gaspillages : recherches pointues et expérimentalement irréprochables mais déconnectées des réalités et des besoins ; recherches attentives aux besoins mais méthodologiquement fragiles.

La nécessité d'études spécifiques à côté de recherches plus générales (verrou lié à la stratégie de la recherche).

Les incidences qu'ont les limitations perceptives et cognitives liées à l'âge ou au handicap sur la conception des nouvelles technologies de l'information et de la communication ne se déduisent pas forcément des recherches fondamentales. Elles nécessitent des recherches expérimentales et des approches méthodologiques qui sont spécifiques des besoins, des difficultés et des modes opératoires réellement mis en œuvre par les populations concernées lors de l'utilisation de ce type d'outils. Les composantes sociocognitives et affectives des conduites réelles des utilisateurs vieillissants ou handicapés sont également incontournables et encore très mal connues (stéréotypes sociaux plus ou moins intériorisés, anxiété d'apprentissage, biais de représentation, etc.).

Les difficultés d'accès aux populations d'étude (verrou technique).

Nous avons besoin à cet égard d'une plus grande coopération des entreprises, d'un relais de la part des services de l'état ou des collectivités territoriales, d'une aide technique au sein des universités, d'une aide à la constitution et au suivi de cohortes partagées.

La réalité virtuelle comme outil écologique de diagnostic et de rééducation des handicaps liés (ou non) au vieillissement (verrou scientifique).

Plus le dépistage du vieillissement pathologique est précoce, plus la prise en charge thérapeutique est efficace. Mais les outils d'évaluation du handicap cognitif sont encore d'une grande pauvreté. En conséquence, il est primordial de disposer d'outils d'évaluation étant à la fois écologiques pour sonder le handicap, c'est-à-dire en lien avec les activités réelles de la personne âgée, mais aussi structurels, c'est-à-dire identifiant les fonctions cognitives altérées. Le développement d'applications en Réalité Virtuelle (RV) remplit ces deux objectifs cliniques de l'évaluation cognitive. La principale difficulté à surmonter est d'intégrer dans la conception des interfaces Patient-Application RV, les besoins et caractéristiques de l'« utilisateur ».

La dispersion des recherches sur le handicap (verrou structurel).

La dispersion des recherches sur le handicap dans plusieurs communautés disciplinaires (psychologie, ergonomie, informatique, robotique, mécanique, etc.) rend difficile l'identification et la mise en synergie des compétences.

3 - Quelles nouvelles interfaces développer à l'avenir ?

Compte tenu du développement de nombreuses technologies au service de la santé et de l'autonomie, il serait important de créer davantage de passerelles entre la psychologie ergonomique et les sciences médicales (santé publique, épidémiologie, médecines de réadaptation et du travail, par ex.).

4 - Enjeux sociétaux et de valorisation

Le maintien dans l'emploi des seniors.

Cette question répond à une actualité brûlante dans les systèmes de production du fait des mesures incitant à la prolongation de la vie active, ce qui soulève de nombreuses difficultés en matière d'organisation du travail, de conception des postes et de formation tout au long de la vie.

La promotion d'un vieillissement réussi

Le coût économique et social d'une qualité dégradée du vieillissement est lourd pour nos sociétés. La démonstration n'est plus à faire que les expériences professionnelles influencent fortement le développement dans le dernier tiers de la vie des aptitudes cognitives, sensorielles, motrices. La psychologie ergonomique contribue aussi à identifier les facteurs favorables au vieillissement des personnes handicapées.

Le maintien à domicile des personnes âgées

Pour favoriser le maintien à domicile des personnes âgées (90% actuellement selon l'INSEE), le rôle de l'ergonomie, appliquée à l'environnement domestique et aux technologies d'assistance, est primordial, autant pour les usagers que pour les professionnels qui interviennent au domicile. Les collectivités territoriales sont désormais légalement incitées à œuvrer dans ce sens. Des métiers nouveaux sont en train d'émerger pour assister humainement et par la technique ce maintien à domicile³.

Le maintien de la mobilité

L'enjeu des recherches en psychologie ergonomique concernant la mobilité et les transports est de préserver la capacité à se déplacer par soi-même le plus longtemps possible, tout en assurant la sécurité pour soi et pour les autres.

³ À l'IUT de Blagnac (Université Toulouse le Mirail), une formation pionnière à cet égard vient d'être créée à la rentrée 2008. Elle s'intitule 2A2M (Aide et Assistance pour le Monitoring et le Maintien à domicile).

GTC : ASPECTS INTENSIFS : ÉMOTIONS, CHARGE MENTALE, VIGILANCE

Les aspects dits intensifs des activités humaines complexes en situation naturelle, notamment les situations de travail, recouvrent les phénomènes psychologiques qui, comme les émotions et la charge mentale, relèvent de fluctuations de l'état interne du sujet en activité qui peuvent varier en intensité et qui vont avoir une incidence sur l'engagement du sujet et la mobilisation de ses ressources pendant cette activité. Ces fluctuations de l'état interne du sujet se retrouvent dans tout type d'activité et vont avoir un impact sur différents processus (ex. : prise de décision, coopération, comportement en situation à risque, résolution de problème). Du point de vue de l'évolution sociale de l'organisation et de l'environnement de travail, l'intensification du travail va accentuer la nécessité de considérer ces phénomènes émotionnels et de charge mentale.

Emotions et charge mentale vont jouer sur la qualité et la nature de l'activité, et sont au cœur de la problématique de la performance humaine et du confort psychologique du sujet. Il s'agit d'expliquer comment ils pèsent parfois sur l'activité lorsqu'ils constituent des contraintes, mais aussi comment les émotions et la régulation de la charge mentale et attentionnelle ont souvent une incidence positive sur l'activité car ils sont constitutifs de la motivation et de la propension à agir, ou au contraire de la résistance, voire de l'impossibilité à réaliser l'activité visée.

1 - Émotions et activité humaine

De nombreuses études sont menées en situation artificielle sur les liens entre cognition et émotions (e.g. Scherer, Rimé, Frijda en Europe ; Isen, Lazarus, Ekman aux Etats-Unis) mais les travaux sur les émotions en situation de travail et autres activités complexes sont encore peu développés. Pourtant, un résultat important des sciences cognitives modernes est la démonstration que l'émotion est nécessaire à l'optimisation des processus décisionnels en situation complexe (cf les travaux de Damasio), et qu'elle oriente également la mémorisation, l'attention, l'interaction avec autrui ou le jugement. Ces résultats ouvrent donc la voie à une investigation des mécanismes par lesquels, en situation réelle, l'émotion (dans son acception étendue incluant les émotions de base, comme par exemple la peur, la surprise, la joie, la colère, mais aussi des sentiments plus complexes comme la confiance/méfiance ou le stress) est partie intégrante et agissante de l'activité humaine. L'émotion est un signal mais aussi un moteur pour l'activité qu'elle oriente, module et infléchit.

Les états affectifs sont dépendants de la situation et de ce qu'elle signifie pour le sujet agissant, c'est donc bien par une interaction sujet-milieu qu'ils se déploient. Il est important pour l'ergonomie et les sciences cognitives de préciser ces facteurs contextuels (organisationnels, artéfactuels, interpersonnels ou autres) qui sont facteurs d'émotion. Qu'est-ce qui, dans l'action ou dans l'interaction, qu'elles soient médiées ou non par un instrument, génère du confort ou de l'inconfort émotionnel ? Comment le sujet procède-t-il lorsqu'il évalue un événement comme positif ou négatif ?

Il faut également préciser l'impact des émotions sur les processus cognitifs et sur l'action. Par exemple comment gère-t-on différemment le risque ou l'incertitude selon que l'on est dans un état calme ou apeuré ? A-t-on des raisonnements et modes d'action particuliers face à un

client ou collègue qui nous menace ou au contraire rend l'interaction agréable ? Quel usage fait-on des dispositifs selon qu'ils génèrent du confort ou de l'inconfort émotionnel ?

Il s'agit enfin de comprendre les stratégies d'adaptation (coping) que les sujets mettent en œuvre, et qui peuvent être développées par ailleurs pour les aider à gérer les situations émotionnelles de travail ou d'usage de technologies nouvelles qu'ils ne maîtrisent pas toujours d'emblée. Ces stratégies d'adaptation sont importantes vu les répercussions bien connues maintenant des émotions négatives sur la santé physique et mentale (des troubles du sommeil aux atteintes cardiovasculaires).

L'analyse de cette dimension émotionnelle est importante pour pouvoir fournir des pistes ergonomiques de recommandations et d'actions, par la conception de systèmes d'aide ou de changements organisationnels. Elle peut constituer une base de réflexion pour améliorer des conditions potentiellement néfastes à l'action. On pense aux situations de relations de service où la gestion des états affectifs est parfois délicate et coûteuse, mais aussi aux situations de travail collaboratif (négociation et prise de décision collective ; créativité qu'on sait liée aux affects), aux situations à risque et aux situations d'usage de nouvelles technologies.

Les aspects affectifs de l'activité, de nature interne et privée, nécessitent le développement de méthodes spécifiques qui allient des descriptions verbales subjectives et des mesures de comportements (expressifs et physiologiques notamment) rendant compte de leur nature à la fois cognitive et corporelle, consciente et partiellement non-conscientisée.

2 - Charge mentale, sentiment d'effort et activité

La charge mentale, subjective ou non, est un concept ancien dont l'intérêt tient à son utilité sociale. En fait, depuis longtemps, la quasi-totalité des chercheurs qui s'interrogent sur le statut de ce concept s'accordent sur le fait qu'il pose problème. Néanmoins, malgré des critiques fortes et récurrentes, il suscite toujours une activité scientifique considérable qui en démontre sans ambiguïté l'utilité sociale. Ceci est particulièrement vrai si l'on considère que les nouvelles pratiques professionnelles mais aussi des métiers nouveaux comportent très largement en eux-mêmes les éléments contributeurs d'une charge de travail importante, voire excessive, et en particulier d'une charge mentale ou attentionnelle. Le recours de plus en plus fréquent et régulier aux technologies informatiques de communication et de gestion des informations, l'irruption quasi-habituelle de l'urgence dans l'organisation des tâches, la surabondance, voire la redondance, des informations, les rythmes de travail décalés et la pression temporelle, contribuent très largement à créer de la charge de travail mais aussi à réduire le degré de liberté dédié à la réalisation des tâches. Le travail en multi-tâches, les interruptions intempestives pour répondre à l'urgence, le travail collaboratif, les délais impossibles à tenir, les décisions hâtives sont autant d'exemples de ces situations de forte contrainte cognitive qui vont jouer sur l'état émotionnel, de vigilance, de charge attentionnelle et cognitive.

Un outil fiable de mesure de la charge mentale, qui reste à définir, pourrait donc permettre d'aménager l'organisation du travail de manière à réduire les accidents, réduire l'inconfort et les tensions ressenties par les travailleurs, et par là même accroître le bien-être et l'efficacité au travail.

Par ailleurs, la dimension subjective liée à la façon dont la charge peut être ressentie, ainsi que ses effets sur les modes opératoires (changement de mode et/ou changement de normes pour réduire la tension) incite à considérer cette notion relativement à la gestion des ressources

dont dispose l'opérateur. Nous pensons que les recherches sur la charge mentale devraient s'attacher, d'une part, à comprendre l'origine du sentiment d'effort et, d'autre part, à comprendre comment ce sentiment est utilisé pour la régulation des modes opératoires, c'est-à-dire comprendre comment s'articulent le sentiment d'effort et l'activité. La notion d'effort collaboratif est également une dimension intéressante à développer pour l'évaluation des systèmes d'aide à la coopération.

Afin de modéliser la charge mentale, un axe de recherches récent vise à combiner des simulations de l'architecture cognitive humaine avec des simulations d'environnements de travail pour modéliser la charge mentale. Un autre axe consiste à mobiliser des techniques mathématiques pour l'intégration des dimensions de la charge en une valeur globale, pouvant éventuellement agréger des indices objectifs et subjectifs. Comme pour les émotions, on doit ici combiner des indicateurs comportementaux, des indicateurs relatifs à la réalisation des tâches, et des évaluations subjectives.

Enfin, une charge mentale ou attentionnelle excessive est souvent liée à des émotions négatives et ces deux types de phénomènes méritent donc, dans certains contextes d'activités (comme la multiplication des systèmes d'aide ou d'information, par exemple dans le secteur automobile ou bureautique) d'être travaillés conjointement pour leur impact sur la cognition et l'action.

GTD : THÉORIES ET MÉTHODES

Thématiques actuelles et percées intéressantes

À côté des thématiques traditionnelles de l'ergonomie cognitive (par exemple, supervision et contrôle de processus, conception d'IHM et de systèmes d'information, conception de produit, formation et compétences, fluctuations chronobiologiques), émergent des thématiques qui ne sont pas récentes en elles-mêmes, mais qui ont été récemment réinterrogées par la psychologie ergonomique. C'est notamment le cas des questions relatives :

- aux aspects émotionnels du travail,
- aux dimensions collectives des situations finalisées,
- aux compétences sensori-motrices.

Quelques questions primordiales

Il a souvent été reproché aux études faites en psychologie ergonomique d'adopter stricto sensu le cadre du traitement de l'information décrit par Newell et Simon et de privilégier ainsi les composantes symboliques des activités, au détriment des autres composantes d'une situation (composantes interactionnelles, organisationnelles et psychiques, ainsi que subsymboliques).

Les travaux menés dans le GDR Psycho-Ergo, montrent que ce reproche ne peut plus être fait à la psychologie ergonomique. L'essor de thématiques liées à la prise en compte des aspects émotionnels dans l'activité de travail, des questions liées au développement des compétences et au vieillissement ou des habiletés sensori-motrices mises à l'œuvre dans l'immersion en réalité virtuelle traduit la vocation de la discipline à rendre compte de toutes les dimensions de l'activité humaine.

Pour autant, l'articulation entre ces diverses dimensions est loin d'être acquise dans les modèles produits par les psycho-ergonomes. Les travaux menés dans le GDR permettent d'avancer sur ce point, en rendant compte des diverses dimensions de l'activité humaine dans les modèles produits par l'ergonomie cognitive.

Verrous

- Verrou 1 : parvenir à articuler l'individuel et le collectif

Presque toutes les thématiques abordées aujourd'hui par la psychologie ergonomique font état des tentatives actuelles de cette discipline d'articuler dans leurs modèles les dimensions individuelles et collectives du travail. Mais on constate que les résultats obtenus sont encore partiels et que les concepts et méthodes invoqués sont en voie d'être précisés. En effet, l'articulation entre les dimensions individuelles et collectives des activités humaines reste problématique, du fait de l'entrecroisement des facteurs et du fait de la nature des méthodes à utiliser.

Les facteurs sociaux doivent impérativement être considérés par la psychologie ergonomique, notamment quand l'activité étudiée ne se déroule pas isolément d'autres acteurs et quand elle s'appuie sur des connaissances largement transmises par la société ou par des communautés de travail.

Mais on court le risque de confondre les niveaux d'analyse qui absorberait la discipline dans une sociologie du travail, certes parlant quelquefois le même langage, mais à propos de mécanismes de niveaux différents et étudiés avec des méthodes différentes.

- Verrou 2 : élaborer de nouvelles méthodes

L'élaboration de nouvelles méthodes est en plein essor, notamment dans trois domaines de recherche (naissants ou renaissants) :

- celui des habiletés perceptives et sensorielles ou des routines complexes dont l'étude nécessite des méthodes non invasives, afin de ne pas détruire l'objet visé (ex. : analyse des mouvements oculaires) ;
- l'usage judicieux des productions verbales valides quant aux indices non invasifs et non déformés qu'elles fournissent pour modéliser l'activité : il s'agit par exemple des méthodes de verbalisation visant à documenter l'expérience vécue des sujets et utilisateurs, comme l'entretien d'explicitation et d'auto-confrontation, mais aussi de l'analyse des verbalisations spontanées au cours du déroulement de l'activité ;
- la question de la mesure de la charge mentale de travail ; l'ergonomie a pendant longtemps considéré comme difficile, voire impossible, cette mesure, privilégiant l'analyse des activités pour rendre compte de leur charge ; aujourd'hui, on tente d'établir diverses méthodes en cherchant à agréger indices objectifs et subjectifs.

- Verrou 3 : La notion de validité écologique

La notion de validité écologique est au centre des préoccupations des recherches en psychologie ergonomique. On constate cependant que ce critère traverse les recherches actuelles de façon implicite dans la plupart des cas. On devrait vérifier de manière plus explicite et plus systématique que cette validité est avérée dans les études que nous menons. La question des critères de validation adoptés en psychologie ergonomique est encore mal maîtrisée. Or on note trop rarement encore des réflexions épistémologiques à ce sujet. Il n'est

en particulier pas toujours clair de savoir si les modèles produits sont des modèles de compétence ou des modèles de performance.