

1.3. La charge de travail : résultat du traitement des contraintes de travail

L'activité déployée par l'opérateur pour répondre aux exigences du système se traduit par une charge de travail qui a fait l'objet de nombreuses investigations de la part de la psychologie du travail. Ce type d'analyse présente un double intérêt : d'une part elle permet d'évaluer le coût de l'activité de travail pour l'opérateur, d'autre part elle met en évidence les boucles de rétroaction des résultats des conduites sur les exigences et sur l'activité de travail elle-même.

Il est classique de distinguer, pour la charge de travail, les « contraintes » qui s'exercent sur l'opérateur et les « astreintes » qui représentent un coût physique et mental pour l'opérateur [Spérandio, 1988]. Les astreintes, auxquelles un grand nombre d'auteurs restreignent la charge de travail, ne peuvent être déduites directement des contraintes de travail. Par exemple la charge de travail physique d'un maçon ne peut être calculée directement à partir du nombre de sacs de 50 kg que celui-ci a manipulés pendant une période donnée. Le poids important des sacs n'est pas le seul déterminant de la charge. De la même façon il serait illusoire de vouloir évaluer la charge de travail mental d'un employé d'une administration par le nombre de « factures » (ou de pièces administratives) qu'il doit « saisir » sur son clavier d'ordinateur pendant un laps de temps donné. Dans un cas comme dans l'autre, l'entraînement de l'opérateur (résistance physique, dextérité manuelle), les conditions d'ambiance (la chaleur, le bruit...), le climat de coopération entre les membres de l'équipe de travail et surtout la façon de procéder (organiser la manutention des sacs de façon à maintenir la colonne vertébrale bien droite, effectuer le moins de torsion...ou organiser sa saisie par regroupement des factures par exemple) sont autant d'éléments qui font que décharger une palette (30 sacs de ciment de 50 kg chacun) en 30 minutes ou saisir 70 factures en une heure ne pèsera pas de la même façon sur tous les opérateurs.

L'évaluation de la charge de travail physique ne présente pas de difficultés majeures car l'on dispose d'un ensemble d'outils permettant des mesures physiologiques de l'effort de l'opérateur humain : mesures directes sur le métabolisme (échanges respiratoires, dépense énergétique, rythme cardiaque) ; mesures indirectes que permet l'électrophysiologie (E.M.G. Électro-MyoGraphie, E.C.G. ÉlectroCardioGraphie, E.E.G. Électro-EncéphaloGramme). On peut même utiliser des échelles d'auto-évaluation des exigences physiques du travail dont Fleishman, Gebhardt et Hogan [1984] ont démontré la validité par les intercorrélations observées entre plusieurs « juges » d'une part et par les corrélations de ces échelles avec des mesures objectives d'autre part. De leur côté Jiang, Smith et Ayoub [1986], à partir d'une modélisation des tâches, ont construit une échelle alliant des données physiologiques objectives à des estimations subjectives, qui permet une évaluation rapide et fiable des exigences physiques. En revanche pour la charge de travail mental les pro-

blèmes sont plus complexes. En effet celle-ci n'est pas totalement indépendante de la charge physique ; Borg [1979] a recensé un grand nombre d'études qui mettent en évidence des relations entre des indicateurs physiologiques et psychologiques. Mais d'autres recherches montrent que ces indicateurs physiologiques, même ceux concernant l'activité nerveuse centrale (E.E.G.), ne sont pas toujours pertinents pour l'évaluation de la charge mentale. Aussi des échelles « subjectives » spécifiques ont-elles été mises au point pour évaluer la charge de travail mental comme la SWAT (*Subjective Workload Assessment Technique*) dont une forme dérivée a été mise au point par Vidulich et Tsang [1986] pour la NASA. Ces auteurs proposent une évaluation en neuf points : difficulté de la tâche, contrainte de temps, effort mental et sensoriel, effort physique, frustration, stress, fatigue, type d'activité.

Cependant ces tentatives d'évaluation de la charge mentale bien qu'intéressantes posent problème. D'une part elles sont contredites par des évaluations « objectives » comme l'affirment certains auteurs [Poulton cité par Leplat et Cuny, 1984] ; d'autre part, centrées sur les contraintes, elles ne prennent pas en compte le traitement mental de l'opérateur qui modifie ainsi la valeur de la charge. Cependant les capacités de traitement de l'information de l'opérateur humain étant limitées (nous avons vu par exemple que la mémoire de travail a des limites spatio-temporelles), une nouvelle conception de la charge de travail en découle. Confronté à une tâche donnée, l'opérateur mobilise ses capacités de traitement ; si celles-ci ne sont pas totalement utilisées, la « capacité résiduelle » ainsi disponible peut être utilisée pour une autre tâche. Cette conception a donné lieu à une méthode d'évaluation de la charge mentale dite de la « double tâche » : une tâche principale est définie et la capacité de travail est saturée par une tâche secondaire qui permet de mesurer la charge mentale par la détérioration de la tâche principale. Depuis les premiers travaux de Kalsbeek [1965] de nombreuses études se sont appuyées sur ce paradigme de la double tâche (Ogden, Levine et Eisner [1979] en ont fait une excellente synthèse) mais la tendance actuelle est à une plus grande circonspection vis-à-vis de cette technique difficile à utiliser sur le terrain. Il est possible *a priori* de maintenir une indépendance entre deux tâches réalisées en laboratoire ou dans des situations de travail « aseptisées ». Par exemple une définition très simple de la tâche secondaire (appuyer sur une pédale quand un signal apparaît) et des consignes strictes sur la priorité de la tâche principale réalisent ces conditions dans la simulation de la conduite automobile [Wildervanch, Mulder et Michon, 1978]. En revanche, dans les situations réelles de travail, de nombreuses interférences se produisent et les priorités entre tâches ne sont pas toujours évidentes.

Le deuxième inconvénient de cette technique est de considérer que la capacité limitée de traitement de l'information est relativement stable. Or, en fonction des situations et surtout des sujets, cette capacité peut subir de grandes fluctuations. La dimension temporelle réduite et la rigidité des situations expé-

riminentales ne permettent pas de prendre en compte les capacités de régulation de l'opérateur acquises progressivement par l'expérience. Cette remarque débouche sur une dernière perspective, développée par Spérandio [1988], dans l'évaluation de la charge mentale. Cet auteur met l'accent sur les variations de stratégies opératoires en fonction de l'augmentation des contraintes de travail. Par exemple quand la charge de travail des contrôleurs de la navigation aérienne augmente au niveau des contraintes (nombre d'avions à contrôler de plus en plus important), ceux-ci changent leurs modes opératoires. Ils restreignent leurs communications avec les pilotes (élimination des informations non essentielles, adaptation d'un langage opératif), ils ne retiennent plus les mêmes critères pour régir leur activité (le critère « rapidité d'écoulement du trafic » compatible avec le critère « sécurité » disparaît), ils modifient les modalités de gestion du stock des avions se préparant à atterrir.

Cette perspective est intéressante au-delà du fait que ces changements des modes opératoires peuvent servir d'évaluation de la charge mentale de travail (on dira qu'il y a surcharge quand l'opérateur est contraint de changer ses façons de procéder). Elle met l'accent sur l'importance des rétroactions dans les conduites de travail et elle souligne les interactions entre les sorties du système (l'abandon de certains critères peut être l'indice d'une dégradation de la qualité du travail). Il n'est donc pas possible d'envisager la performance indépendamment des activités de régulation en fonction de la charge, ce qui implique des analyses en profondeur de l'activité de l'opérateur. Le fait que la performance et la charge de travail ne dépendent pas uniquement des contraintes objectives du travail nécessite aussi de s'interroger sur l'impact socio-affectif des résultats du travail.

2. Les effets socio-affectifs du travail

Il est assez banal de penser que le travail a de profonds retentissements sur la personne et nul ne peut contester les dégâts que peuvent créer de mauvaises conditions d'exécution du travail sur le plan socio-affectif. L'accroissement des tensions et du stress dans la vie de travail, dont certains voient la preuve dans la consommation excessive de tranquillisants (par la population française par exemple), posera des problèmes de plus en plus importants. Cependant deux difficultés majeures, mais non indépendantes, surgissent quand on aborde ces problèmes. En premier lieu, il est difficile de faire la part des activités de travail dans ces tensions (la consommation de « drogues » est due sans doute pour partie au travail mais aussi à des conditions de vie : transports, urbanisme, loisirs). En second lieu, ces effets socio-affectifs du travail, sans doute parce qu'ils sont difficiles à analyser du fait de leur multidétermination, n'ont pas fait l'objet d'investigation scientifique intensive, du moins dans les ouvrages de psychologie du travail de langue française. On retiendra deux types de travaux abordant ces problèmes. Les uns assez classi-

Tolérance des erreurs

La limitation du risque passe également par la gestion des erreurs humaines. En effet, si l'homme commet beaucoup d'erreurs, il est capable de rétablir la situation. Cette capacité de récupération peut être augmentée par l'entraînement. L'apprentissage de la maîtrise des erreurs donne à l'opérateur un sentiment d'assurance et le rend beaucoup moins vulnérable aux réactions émotives inconsidérées. La conception d'un système technique tolérant, qui prévoit les actions humaines à différentes étapes de processus, facilite la gestion des erreurs et augmente la fiabilité du système.

MÉTHODES D'ÉVALUATION DE LA CHARGE MENTALE

L'évaluation de la charge mentale est fondée sur l'analyse des contraintes et des astreintes cognitives et émotives.

Évaluation de la contrainte mentale

Les méthodes décrites précédemment comme l'observation directe, l'analyse des temps de travail ou l'examen de la tâche en suivant une liste ergonomique, permettent de dresser un inventaire des facteurs de contrainte due à une tâche psychosensorielle. Les principaux éléments de cette contrainte mentale sont classés selon leur origine cognitive ou émotive.

Contraintes cognitives

Les contraintes dues au traitement des informations concernent les différentes étapes du processus. L'analyse du travail permet de décrire et de caractériser les informations à traiter, les apprentissages nécessaires pour un traitement adéquat, les standards comportementaux (voir p. 40) facilitant l'exécution de la décision prise et le comportement final de l'opérateur. Les éléments permettant la description de la tâche sont : la fréquence, la variabilité, la complexité des informations, leur précision, leur importance, le rapport signal/bruit de fond et la possibilité de situations atypiques, non prévues dans le processus prescrit.

Lorsque les tâches sont ainsi décrites, il est possible de procéder à une première évaluation de la charge cognitive prescrite. Cette évaluation doit être complétée par celle de la contrainte émotive liée aux conditions de travail.

Contraintes émotives

Les facteurs liés à la tâche, particulièrement responsables de la réaction émotive, sont le danger, la responsabilité, le conflit interne et la pression du temps.

Une distinction
connaissance d
événement men
évalué à partir
l'origine d'un se
encouru. Par ex
nue la peur, s
directement resp

Le sentiment de
cient de pris
responsable de
dysfonctionne
intenses. À l'in
piéton n'a pas
moment même

Le conflit inter
conduisent à d
être exécutée. L
affectif ou ave
cognitives où
chap. 9). Le co
sur la prise de

La pression du
spontané d'ex
temps sont tr
pouvoir pour

Évaluation de

L'évaluation
permet de ten

Astreinte due

L'étude des
laboratoire, e
des enregist
grâce à la mi
tiques. L'élé
études sur le
(voir chap. 6
cognitif, con
est insuffisan

L'EEG perm
à une stimula
réactivité du
relation entre

Une distinction importante en ergonomie concerne les notions de risque et de connaissance du danger. Le *risque* est défini comme la probabilité d'un événement menaçant directement l'intégrité de l'organisme. Il peut être évalué à partir de données statistiques. La connaissance d'un *danger* est à l'origine d'un sentiment de peur qui n'est pas toujours proportionnel au risque encouru. Par exemple, les *idéologies défensives de métier* (voir chap. 9) diminuent la peur, sans pour autant diminuer le risque. C'est le danger qui est directement responsable des réactions émotives.

Le sentiment de *responsabilité* doit être aussi considéré dans son aspect conscient de prise de responsabilité. Un pilote d'avion se sent directement responsable de la sécurité des passagers et, par conséquent, le moindre dysfonctionnement de l'appareil provoque chez lui des réactions émotives intenses. À l'inverse, le conducteur d'une voiture qui heurte un obstacle ou un piéton n'a pas forcément conscience immédiate de sa responsabilité au moment même de l'accident.

Le *conflit interne* est la situation où deux ensembles d'informations analysées conduisent à deux décisions contradictoires, entre lesquelles une seule peut être exécutée. Dans ce cas l'analyse cognitive n'est pas en accord avec l'état affectif ou avec les données de la mémoire. C'est aussi le cas des dissonances cognitives où deux flux cognitifs aboutissent à des décisions opposées (voir chap. 9). Le conflit engendre des réactions émotives fortes qui peuvent influencer sur la prise de décision définitive.

La *pression du temps* est un cas particulier de conflit interne entre le rythme spontané d'exécution d'une tâche et le temps alloué pour celle-ci. Si les deux temps sont trop proches, il apparaît un sentiment d'inquiétude de ne pas pouvoir poursuivre la tâche en cas de moindre dysfonctionnement.

Évaluation de l'astreinte mentale

L'évaluation de la contrainte doit être suivie de celle de l'astreinte, ce qui permet de tenir compte des caractéristiques individuelles de l'opérateur.

Astreinte due à l'activité cognitive

L'étude des astreintes dues à l'activité cognitive est encore du domaine du laboratoire, en raison de la complexité des appareillages utilisés et à l'analyse des enregistrements. Deux méthodes d'exploration doivent se développer grâce à la miniaturisation plus poussée des matériels électroniques et informatiques. L'*électroencéphalographie* (EEG) est d'utilisation courante pour les études sur le sommeil et permet d'évaluer l'état réel de veille d'un opérateur (voir chap. 6). L'analyse des ondes α et τ , enregistrées au cours d'un travail cognitif, contribue à l'évaluation de la charge de travail. Cette méthodologie est insuffisamment utilisée aux postes de travail.

L'EEG permet l'analyse des potentiels évoqués (PE), réponses du cortex cérébral à une stimulation périphérique (visuelle, auditive ou tactile). Il s'agit de tester la réactivité du système nerveux central. Plusieurs travaux ont mis en évidence une relation entre la difficulté de la tâche cognitive et les caractéristiques de ces PE,

notamment chez les contrôleurs de la navigation aérienne (Lille), chez les conducteurs de train (M. Pottier), chez les chauffeurs routiers (A. Pottier).

L'évaluation de la fatigue mentale due à l'activité cognitive conduit à l'évaluation de la charge mentale, la fatigue pouvant être définie comme une « baisse de performance, liée à l'activité, réversible par le repos... », définition donnée par Scherrer pour la fatigue musculaire. La diversité et la complexité des activités cognitives sont à l'origine de nombreux tests, dont la finalité est d'apprécier une éventuelle baisse de performances, soit en cours de travail, soit une fois celui-ci terminé. La méthode de la double tâche (voir p. 133) a été appliquée, par exemple, pour étudier la charge mentale sur les postes de conducteurs automobiles (Brown et Poulton) et de contrôleurs aériens (Kalsbeek).

La baisse de capacité des systèmes sensoriels, visuel et auditif, est envisagée dans les chapitres 10 et 11.

Astreinte d'origine émotive (stress)

Tous les systèmes responsables du contrôle des processus vitaux de l'organisme sont concernés par les réactions de stress. Le système nerveux végétatif, l'axe hypothalamo-hypophyso-cortico-surrénalien, le système immunitaire, remplissent en même temps un rôle de contrôle et d'adaptation, donc de défense de l'organisme contre tout agent agresseur extérieur ou intérieur. Leurs actions sont prioritaires car dirigées vers la survie, bien que la volonté puisse, dans certains cas, parvenir à les maîtriser ou les contrecarrer. Toute réaction d'adaptation peut comporter une composante qui change l'état émotif antérieur. Les réactions émotives déclenchées par un stress sont dues dans un premier temps à l'activation immédiate du système nerveux végétatif (système sympathique et glande médullosurrénale). L'augmentation du taux des catécholamines dans le sang explique, en partie, l'accélération cardiaque; l'intervention du système endocrinien corticosurrénalien est plus tardive (Selye).

L'orientation émotive peut être modifiée par des facteurs sociaux. Ainsi, un sujet non averti, ayant reçu une injection d'adrénaline qui a déclenché chez lui une accélération cardiaque et un tremblement des mains, dont il ne comprend pas le sens, a tendance à se comporter comme les autres personnes du groupe dans lequel on l'a placé. Il croit avoir été traité comme tous les autres et devient euphorique ou agressif selon le comportement général du groupe (Schachter).

L'enregistrement de la fréquence cardiaque est également utilisé pour évaluer le stress (voir chap. 117). Les accélérations cardiaques émotives, d'autant plus visibles que la constante d'intégration d'enregistrement est rapide, sont d'origine réflexe. La diminution de l'arythmie sinusale (variabilité de la fréquence cardiaque instantanée) peut apporter des éléments d'analyse de la charge émotionnelle. La figure 8.4 montre un enregistrement de la fréquence cardiaque chez un opérateur marchant sur une poutre à une hauteur de 17 m et présentant simultanément les symptômes de la peur.

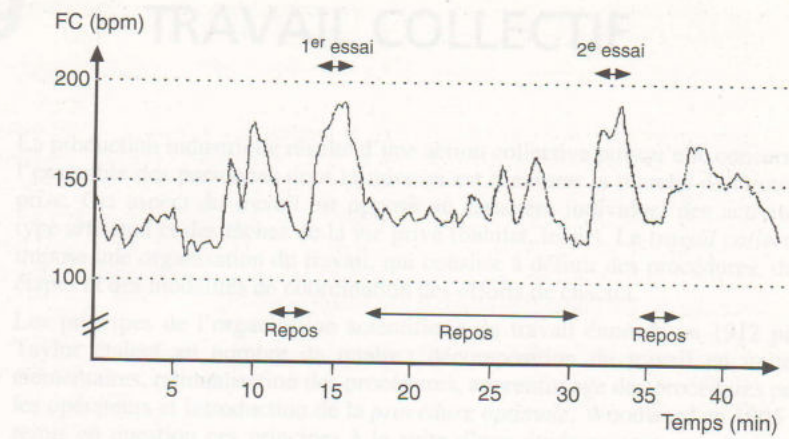


Fig. 8.4. Élévation de la fréquence cardiaque dans une situation à risque.

Un monteur en charpente métallique, se trouvant sur une poutre à une hauteur de 17 m, éprouve un fort sentiment de peur malgré le port d'un harnais de sécurité à chaque tentative de progression (d'après Chamoux).

BIBLIOGRAPHIE

- Amalberti R, Mosneron-Dupin F. *Facteurs humains et fiabilité*. Octares Éd., Toulouse, vol. 1, 1997, 136 p.
- Estryn-Behar M. *Stress et souffrance des soignants à l'hôpital*. Estem Éd., 1 vol., 1997, 245 p.
- Floru R, Cnockaert JC. *Introduction à la psychophysiologie du travail*. Presses Universitaires de Nancy, 1 vol., 1991, 233 p.
- Grandpierre D. *Une Bonne mémoire à l'école*. Albin Michel, 1 vol., 1993, 222 p.
- Leplat J. *L'Analyse du travail en psychologie ergonomique*. Octares Éd., Toulouse, tome 1, 1991, 255 p.
- Leplat J, De Terssac G. *Les facteurs humains de la fiabilité dans les systèmes complexes*. Octarès Éd., Toulouse, 1 vol., 1990, 383 p.
- Kéravel F. *Fiabilité humaine et situation de travail*. Masson, Paris, Monographies de médecine du travail n° 13, 1 vol., 1997, 176 p.
- Malcuit G, Pomerleau A, Maurice P. *Psychologie de l'apprentissage*. Édisem Maloine, Bibliothèque nationale de Québec, 1 vol., 1995, 243 p.
- Sperandio JC. *L'Ergonomie du travail mental*. Masson, Paris, 1 vol., 1988, 140 p.

traité d'ergonomie
P. Cazamian et al
octobre, 1996

Chapitre 4

La variation des activités intellectuelles au cours du temps

Les conduites de nature intellectuelle présentent au cours du temps des variations plus ou moins fortes. Les formes de cette variation, les causes, les facteurs et les effets sur l'efficacité sont très divers et intriqués dans des processus de régulations partielles, ce qui complexifie considérablement leur étude et leur interprétation. Nous n'examinons ici que les sources de variation les plus importantes.

1. Variations liées aux fluctuations de la vigilance

La vigilance, définie comme "la capacité de répondre à tout événement externe ou interne", présente des niveaux différents de fonctionnement et d'efficacité correspondant à différents niveaux d'activation cérébrale, mais la relation entre le niveau d'activation corticale et les performances intellectuelles n'est pas linéaire. L'efficacité est faible lorsque l'activation corticale est faible, elle augmente régulièrement jusqu'à un maximum, puis baisse et se dégrade lorsque l'activation devient excessive. Tous les facteurs qui agissent sur la variation de l'activation cérébrale sont donc susceptibles de provoquer une variation de l'efficacité intellectuelle. Cette question, étudiée plus longuement ailleurs dans ce Traité, intéresse donc directement l'ergonomie, en particulier pour l'aménagement des horaires, la longueur des vacations de travail, le travail de nuit, le choix des supports informationnels, la charge informative des tâches, etc. Les tâches monotones, répétitives, pauvres en stimulations sensorielles ou motrices provoquent une baisse de la vigilance et par suite constituent des situations inhibitrices de l'efficacité. Paradoxalement, certaines conditions d'ambiance inconfortables (bruit, éclairage, froid, etc.), qui provoquent une élévation de l'activation corticale, au moins pendant un certain temps, peuvent augmenter momentanément l'efficacité intellectuelle, pour autant que la source d'inconfort ne soit pas trop forte, ni ne soit elle-même une cause de distraction de l'attention (Grivel, 1975). Inversement, les tâches qui requièrent une activité intellectuelle et motrice diversifiée sont génératrices d'une activation corticale élevée, dont les effets peuvent masquer au sujet lui-même d'éventuels symptômes de fatigue sensorielle.

Une des conséquences majeures des variations de la vigilance est la fluctuation de l'attention. Notons que celle-ci ne dépend pas seulement du niveau de vigilance corticale, mais aussi de la motivation du sujet et de ses stratégies cognitives. Malgré l'importance des liaisons entre la régulation de l'activation corticale et l'effi-

science intellectuelle, les études faites d'un point de vue psychologique sur l'homme en situation de travail réel restent encore peu nombreuses. Quelques exceptions notables portent sur les radaristes, les pilotes d'avion, les conducteurs de locomotives électriques et surtout les conducteurs d'automobiles. Quelques études ont également été réalisées dans l'industrie. On a surtout étudié les situations monotones, à faible stimulation externe, où l'endormissement est à craindre, mais les connaissances restent éparses et lacunaires, en particulier sur les tâches cognitives complexes. Quelques travaux récents ont été faits en chronopsychologie, qui diffère de la chronobiologie par le type de mesures faites et par les cadres théoriques explicatifs (Querrioux-Coulombier, 1995).

2. Variations liées à la fatigue sensorielle

Certaines variations de l'efficacité intellectuelle peuvent avoir pour origine des fluctuations du fonctionnement des organes périphériques, en particulier celles que l'on peut regrouper sous le terme de fatigue sensorielle (transitoire et réversible). Certaines manifestations de déclin des performances intellectuelles, observées en particulier par une augmentation des erreurs ou une baisse de la précision au cours d'épreuves psychométriques prolongées, sont probablement dues à une baisse d'acuité sensorielle plus qu'à une fatigue intellectuelle d'origine centrale. On a recherché des corrélations entre l'activité mentale et certains indices sensoriels, en particulier des indices portant sur l'état fonctionnel des yeux (acuité, fréquence de fusion subjective, clignements, etc.). En règle générale, ces indices ne sont pas directement corrélés à la difficulté proprement dite des tâches intellectuelles, mais à la sollicitation plus ou moins grande de la vue au cours de ces tâches. Des facteurs comme l'organisation temporelle de la tâche (moment de la journée, rythme de travail, introduction de pauses, etc.), l'ambiance lumineuse et l'éclairage, le type de support et les caractéristiques formelles de l'information présentée, jouent un rôle plus déterminant sur la fatigue visuelle, et par conséquent sur les indices s'y rapportant, que la complexité proprement dite de la tâche. Toute dégradation même passagère de l'efficacité sensorielle pourra entraîner une dégradation momentanée de l'efficacité intellectuelle, dans la mesure où une tâche nécessite des prises d'information extérieures. Cependant, la relation est loin d'être systématique, en raison de mécanismes compensateurs qui tendent à inciter le sujet à investir davantage de ressources pour maintenir une performance compatible avec les buts poursuivis, masquant au sujet lui-même la baisse d'efficacité sensorielle. En général, le sujet n'est pas conscient d'une baisse d'efficacité sensorielle progressive. Avec celle-ci, l'astreinte augmente, mais pendant un temps le sujet ne s'en rend pas compte, parce qu'il réagit en organisant la prise d'information différemment. L'analyse des mouvements oculaires, par exemple, montre que lorsqu'il y a fatigue visuelle, les temps de fixation s'allongent, en même temps que la stratégie de balayage change. La posture se modifie également (la distance entre l'œil et le plan de travail, en particulier). Le sujet compense inconsciemment l'astreinte par une autre organisation opératoire, efficace jusqu'à un certain point pour autant que la

tâche ne soit pas trop longue et n'exige pas une vitesse trop élevée de prise d'information ou une trop grande densité d'exploration. Sinon, la performance se dégrade ou la réalisation de la tâche devient impossible.

En conclusion, pour la fatigue sensorielle comme pour l'activation corticale, il existe des liaisons importantes avec la performance intellectuelle, mais non des corrélations strictes et immédiates.

3. Variations liées à la motivation

Sous le terme de motivation, on regroupe des facteurs et des mécanismes qui, à un moment donné, "déclenchent l'activité du sujet, la dirigent vers certains buts, lui permettent de se prolonger si ces buts ne sont pas atteints et l'arrêtent le moment venu" (d'après Reuchlin, 1977). Une part importante des recherches psychophysiologiques a porté sur les besoins fondamentaux chez l'homme et chez l'animal (régulation de la soif, de la faim et du comportement sexuel) qui n'intéressent pas directement l'ergonomie. Plus proches de notre propos sont les motivations cognitives, qui conditionnent la prise d'information et sont au cœur des mécanismes d'apprentissage, ainsi que les motivations sociales, dont dépendent les attitudes, les opinions, les stéréotypes, etc.

Les motivations sociales ont été étudiées en psychologie du travail depuis le début du siècle. Il existe une abondante littérature, en particulier sur deux grands thèmes, la motivation au travail et la satisfaction dans le travail, toutes deux liées au mode d'organisation socio-technique (Levy-Leboyer, 1974 ; Francés, 1981 et 1987). Bien que conduites en dehors d'une perspective ergonomique, ces études méritent l'attention des ergonomes, ne serait-ce que pour se convaincre qu'à côté des facteurs d'aménagement du travail classiquement pris en compte par l'ergonomie, il existe d'importants aspects psychoaffectifs et psychosociaux qui sous-tendent l'attitude de l'homme vis-à-vis de son travail et de ses conditions de travail, ainsi que les relations entre les individus composant le groupe social du travail. Il est clair que la satisfaction au travail ne dépend pas seulement de la qualité des aménagements ergonomiques, ceux-ci n'étant même pas forcément les points les plus importants. D'autre part, à côté des critères de performance, de bien-être sur le plan de l'hygiène et de la santé, du confort ou de la sécurité, la satisfaction subjective peut constituer un indice de la qualité du travail et des conditions de travail.

Enfin, parmi les variations du comportement de l'opérateur, il ne faut pas exclure l'importance du besoin de changement. Si, en général, les variations des modes opératoires ont une cause liée à la tâche ou à la charge de travail de l'opérateur, certaines ont une origine en quelque sorte ludique : changer, faire autrement, trouver une nouvelle solution, pour le seul motif de ne pas toujours faire la même chose. Même si l'opérateur connaît déjà et a employé une solution efficace, il peut lui arriver de vouloir en rechercher une nouvelle, plus originale, ou simplement différente, pour autant que le système soit suffisamment flexible. Ce besoin de

changement est diversement ressenti selon les individus. Certains ne peuvent supporter de faire toujours la même chose. D'autres se complaisent dans des tâches répétitives, qui ne requièrent aucune initiative, et il convient alors de changer le moins possible leurs habitudes. Ce n'est pas à l'ergonome d'imposer aux opérateurs des changements ou des prises d'initiative, mais il convient de les rendre possibles si les opérateurs en éprouvent le besoin.

4. Variations liées à l'apprentissage

L'apprentissage a été et reste encore très étudié en psychologie. On s'intéressait jadis aux formes "basses" de l'apprentissage, de type conditionnement, par exemple, tandis que l'on s'intéresse maintenant davantage aux formes "hautes" : développement cognitif de l'enfant, apprentissages de résolution de problèmes, acquisition de stratégies et de schèmes cognitifs majeurs, etc. En ergonomie, l'apprentissage a un statut spécial. C'est d'abord un facteur qui caractérise l'état d'un sujet donné à un moment donné et qui peut déterminer certains choix d'aménagement du travail. Par exemple, une interface optimale pour un opérateur expérimenté ne convient pas forcément à un débutant. L'étude des modes opératoires montre à l'évidence que les débutants et les expérimentés agissent différemment dans de nombreuses circonstances. Ces différences d'apprentissage induisent des contraintes différentes. L'amélioration des ressources cognitives provient d'acquisition de connaissances nouvelles, de schèmes plus efficaces, de procédures automatiques qui évitent l'application d'un processus de résolution de problèmes et se traduit par la possibilité d'activités automatiques moins coûteuses par suite d'un faible contrôle cognitif conscient.

Inversement, l'habitation peut conduire l'opérateur expérimenté à confondre des situations exceptionnelles avec des situations habituelles, l'amenant à choisir de mauvais schémas (routines cognitives inappropriées) ou à avoir des comportements plus dangereux parce que l'habitude de situations dangereuses peut le rendre moins vigilant ou moins respectueux de la réglementation.

L'apprentissage est également une contrainte pour l'opérateur ou l'utilisateur d'un nouveau système. Ainsi, minimiser le besoin de formation est un objectif de qualité ergonomique que l'on applique notamment aux interfaces informatiques qui doivent idéalement pouvoir être utilisées sans nécessiter une formation particulière (et même, jusqu'à un certain point, sans nécessiter une notice technique ou un mode d'emploi).

5. Variations liées au vieillissement

Avec l'âge, le comportement évolue. D'une part, il tend à s'améliorer sous l'effet positif des apprentissages, de l'entraînement et de l'expérience, mais, d'autre

part, il peut aussi se détériorer, sous l'effet négatif du déclin de certaines capacités motrices, intellectuelles et sensorielles nécessaires à certaines tâches, si le déclin de ces capacités ne peut être compensé.

Remarquons tout d'abord que les dégradations majeures ne se manifestent typiquement qu'à des âges où, généralement, les personnes sont à la retraite, surtout à notre époque où l'âge de la retraite a diminué. L'ergonomie est donc intéressée, certes, par l'étude du vieillissement, car celui-ci commence dès la naissance, mais elle ne rencontre normalement pas des pertes sévères d'efficacité, surtout sur le plan intellectuel.

Globalement, on ne peut pas dire en absolu, ni pour tous les sujets, que l'efficacité, surtout intellectuelle, se dégrade significativement avec l'âge, mais on constate tout un ensemble de modifications opératoires, qui sont soit des réponses d'adaptation ou de compensation du sujet face au déclin de certaines de ses possibilités, soit des performances nouvelles issues de l'expérience, soit encore des changements d'attitude du sujet face au travail.

On trouvera dans la littérature spécialisée de nombreuses données expérimentales mettant en évidence avec l'âge la baisse des performances pour de nombreux aspects des comportements sensoriels, psychomoteurs et intellectuels. En particulier, on a étudié le déclin de la vue et de l'audition, de la discrimination visuelle et auditive, des temps de réaction, de l'empan mnésique, de l'ajustement sensorimoteur, de la vitesse d'apprentissage, de l'adaptation, de l'attention concentrée, de la précision des gestes, etc. Selon les tests choisis et les tâches, le déclin survient plus ou moins précocement. L'allure des courbes et les âges critiques varient, mais il est peu de comportements qui, étudiés isolément, ne manifestent pas un déclin plus ou moins net. Le déclin de certaines capacités sensorielles ou intellectuelles peut s'aggraver brusquement à un âge donné, l'évolution antérieure ayant été peu marquée, mais l'ampleur de l'évolution et l'âge varient selon les fonctions et selon les sujets. La variabilité interindividuelle est très grande et croît avec l'âge.

Lorsqu'on étudie des comportements complexes, c'est-à-dire mettant en jeu plusieurs composantes, surtout en situation de travail réel, les résultats sont beaucoup moins homogènes, car ils combinent à la fois les effets positifs issus des apprentissages et les effets négatifs des déclinés évoqués ci-dessus, dont certains se cumulent ou interagissent. C'est particulièrement le cas pour les effets de la charge mentale, qui dégrade la performance quelle que soit la classe d'âge observée, mais se manifeste plus crucialement pour les classes d'âge élevées, parce que le sujet cumule alors les handicaps pour faire face à une adaptation efficace de son comportement. Il a été constaté que les opérateurs âgés changeaient plus difficilement leur stratégie opératoire que les opérateurs jeunes, diminuant ainsi leur capacité d'adaptation à des niveaux d'exigence variables, à des situations d'urgence ou aux stress, et, d'une façon plus générale, aux situations imprévues.

Une autre composante importante de l'influence de l'âge est le changement d'attitude devant la tâche. Les motivations changent. Le sujet n'a plus les mêmes attentes, ni les mêmes besoins, ni ne retire les mêmes satisfactions. Ceci peut expliquer, en complément d'un déclin éventuel des capacités, une part des variations

des comportements des sujets en fonction de l'âge. Les conséquences peuvent être observées selon des critères psychosociaux et organisationnels : absentéisme, propension aux accidents, perte de qualification, dégradation des relations avec les autres travailleurs, désintérêt pour le travail, perte du désir de se perfectionner, inaptitude au commandement, etc. Mais il existe aussi des caractéristiques positives : turn-over moins grand, expérience plus étendue, conscience professionnelle plus grande, etc.

C'est dire qu'il convient d'examiner le vieillissement en termes de modification des comportements, dont les conséquences ne sont pas forcément négatives, plutôt que systématiquement en termes de déclin. Le transfert des capacités d'une fonction à une autre, l'adaptation et l'utilisation de l'expérience peuvent largement compenser la baisse, tant qu'elle reste légère, des performances sensorielles, motrices ou intellectuelles.