

IMAGE ET ACTION

par P. CAZAMIAN.

En introduction à ce séminaire consacré à l'image opérative, on se propose d'examiner les rapports de l'image mentale et de l'action en se plaçant à trois niveaux :

Un premier chapitre est de psychologie générale ; il traite des images mentales dans leur ensemble à partir de travaux expérimentaux anglo-saxons.

Le second chapitre est de psychologie ergonomique ; il présente le concept d'image opérative tel qu'il résulte des recherches d'OCHANI-NE et des auteurs soviétiques.

Le troisième chapitre dépasse le cadre de la psychologie et situe les acquisitions précédentes dans un contexte épistémologique plus général.

Chapitre I

L'IMAGE MENTALE

L'image mentale est la réplique d'une perception antérieure et qui survient en l'absence de l'objet primitivement perçu. Elle réactualise donc une perception ancienne et se situe entre la perception, qui est au présent, et le souvenir, qui se réfère au passé en tant que tel. On envisagera les images mentales dans leur ensemble, à l'exception de deux formes marginales : les images rémanentes, immédiatement consécutives à une perception et qui expriment seulement un ébranlement sensoriel qui se prolonge ; et les images mouvantes et vagabondes du rêve ; les images dont nous traiterons s'observent chez le sujet éveillé. Chez l'homme - il en serait différemment pour d'autres mammifères - l'imagerie mentale est essentiellement visuelle et, beaucoup plus accessoirement, auditive ; mais tous les sens peuvent être concernés ; il y a des images tactiles, olfactives, gustatives.

L'image est une "réplique" ; le terme marque à la fois une ressemblance et une dissemblance, une reproduction et une reconstruction de la perception originare. DENIS, qui, en 1979, a consacré aux images mentales un ouvrage exhaustif auquel nous emprunterons l'essentiel de ce chapitre, précise ainsi ce double aspect : les images mentales sont des "représentations dont le sujet peut contrôler la production, le contenu figuratif et d'éventuelles transformations. On aura ainsi affaire à des images, particulières ou bien génériques, constituant l'évocation, reproductrice ou anticipative, d'un objet, d'un événement, d'une action, d'une transformation. A un niveau de complexité plus élevé il s'agira d'images sur lesquelles sont effectuées des opérations (combinaisons, transformations, etc.). Les images dont il est question sont donc considérées tout à la fois sous l'angle de leur fonction référentielle et de leur fonction élaborative" (p. 69).

Les fonctions de l'imagerie mentale seront analysées dans les trois premiers paragraphes du chapitre ; ils préciseront le rôle des images mentales dans l'évocation de la perception, dans la représentation symbolique, dans la construction de nouveaux contenus. Puis on examinera les rapports de l'imagerie avec la connaissance, d'une part, et la mémoire, d'autre part.

1) L'image mentale en tant que reproduction de la perception.

Plusieurs traits communs rapprochent perception et image : leur lien génétique (la première engendre la seconde), leur caractère sensoriel, leur fonction figurative (l'une et l'autre procurent des équivalents figurés du réel). S'il n'est pas possible de les confondre - on n'admet plus aujourd'hui que l'image mentale ne soit que la copie photographique, l'"engramme", de la perception antécédente comme le soutenaient TAINE et les tenants de l'associationnisme -, du moins doit-on leur reconnaître une étroite parenté fonctionnelle et même, sans doute, anatomique.

La perception première et l'image ultérieure utiliseraient les mêmes patterns d'information pour NEISSER (1972), les mêmes mécanismes neuro-physiologiques pour RICHARDSON (1969).

HEBB (1968) estime que la hiérarchie que l'on relève dans les représentations figuratives correspond à une hiérarchie dans les ensembles cellulaires intéressés : la perception, d'une part, les images particulières, spécifiques d'un objet singulier, d'autre part, ne mobiliseraient qu'un premier niveau, encore périphérique, d'intégration neuronique ; alors que les images génériques, de portée plus générale, solliciteraient un niveau supérieur et plus central.

L'hypothèse paraît confirmée par l'expérimentation : les activités de perception visuelle et d'imagerie visuelle mettent en jeu des comportements, par exemple oculo-moteurs, similaires, des jugements dont les structures sont isomorphes. Particulièrement intéressants sont les protocoles qui font soit interférer, soit se succéder les deux activités. Si elles interfèrent, elles se contrarient, comme si un même système contrôlant l'une et l'autre ne pouvait suffire simultanément à leurs deux exigences (BROOKS, 1968) ; en théorie de l'information, on parlerait alors de saturation d'un canal unique. Si elles se succèdent, deux éventualités peuvent se produire : ou bien la perception est antérieure à l'imagerie ; elle l'influence alors, et même de façon inconsciente si le stimulus visuel à percevoir est infraliminaire (FISS, GOLDBERG et KLEIN, 1963). Ou bien l'activité d'imagerie précède la perception : elle facilite alors cette dernière si l'image préalable est conforme au stimulus, mais le contrarie dans le cas inverse (STANDING, SELL, BOSS et HABER, 1970 ; PETERSON et GRAHAM, 1974). On retiendra surtout ici l'effet facilitateur ; si les deux activités sont isomorphes, l'image peut servir à préparer la perception ; DENIS (1979) parle alors d'une "anticipation perceptive" qui assure "la mobilisation et le maintien en "mémoire de travail" des traits qui constituent la représentation, dans la mémoire permanente de l'individu, de l'objet attendu" (p. 187). Un rôle que nous retrouverons au deuxième chapitre à propos des images opératives.

2) L'image mentale en tant que système symbolique de représentation

Dès 1932, BARTLETT soutient que l'image est non une simple copie de l'expérience originaires, mais bien une synthèse de l'information mise en mémoire à cette occasion ; et il suggère une parenté entre l'imagerie et le langage puisque tous deux permettent de se référer à des objets absents.

La genèse de l'imagerie chez l'enfant a permis de mieux comprendre cette fonction symbolique de l'imagerie, bien que quelques divergences persistent entre les auteurs :

- BRUNER (1964) voit se succéder trois représentations, motrice, imagée, verbale. Le nouveau-né dispose de schémas moteurs qui lui permettent de réagir concrètement à l'environnement. Un peu plus âgé, l'enfant devient capable de se représenter le monde sous forme d'images davantage indépendantes de l'action. Il accède enfin, plus tard, à la symbolisation verbale qui correspond à la forme la plus abstraite de représentation.

- Pour PIAGET et INHELDER (1966), l'image est une imitation "active et intériorisée" de la perception qui acquiert une fonction symbolique originale du fait que l'image est, à la fois, concrète, "simili-sensible", et abstraite parce que hautement schématisée. Mais cette symbolisation a des degrés qui s'inscrivent dans la courbe générale

de l'évolution de l'intelligence chez l'enfant. Les images sont d'abord statiques et seulement "reproductrices" d'expériences perceptives antérieures ; on les observe dès l'apparition de la fonction symbolique, vers 18 mois ou deux ans. Puis elles deviennent plus mobiles plus dynamiques, permettant d'anticiper les étapes successives d'une transformation ; ces images "anticipatrices", qui évoquent des événements à venir, ne se développent qu'avec l'acquisition de l'intelligence concrète (vers 7 et 8 ans). Mais elles sont supplantées ultérieurement par la symbolisation verbale qui accompagne l'acquisition de l'intelligence abstraite (11-12 ans).

- PAIVIO (1971) propose une "théorie du double codage" qui met en parallèle les deux systèmes symboliques de l'imagerie et du langage. L'imagerie, principalement visuelle, traite des objets concrets et situés dans l'espace. Le langage, auditivo-moteur, s'applique à des situations plus abstraites, organisées en séquences temporelles. A signaler que PAIVIO considère que, dans les opérations de transformation symbolique, l'image est plus flexible et plus mobile que le système verbal.

Les trois auteurs interprètent donc différemment la part prise par l'imagerie dans la symbolisation. Elle est accessoire pour BRUNER, qui estime que la symbolisation véritable est verbale. PIAGET et INHELDER admettent une symbolisation imagée mais celle-ci ne serait que transitoire. Enfin PAIVIO met sur le même plan les deux symbolisations imagée et verbale, qui s'exerceraient en parallèle la vie durant.

3) Le caractère constructif de l'image

L'image n'est pas "la copie dormante d'expériences antérieures", selon l'expression de NEISSER (1967). Traitant de la "conscience imageante", SARTRE (1940) note que l'image n'est ni une "illustration", ni un "support" de la pensée, mais qu'elle est elle-même pensée et qu'à ce titre, elle comprend "un savoir, des intentions". "C'est une certaine façon qu'a l'objet de paraître à la conscience ou, si l'on préfère, une certaine façon qu'a la conscience de se donner un objet".

De ce point de vue, l'imagerie mentale est, d'ordinaire, interprétée comme la reconstruction active d'expériences perceptives antécédentes. Mais DENIS (1979) préfère parler de la "construction d'une entité psychologique nouvelle, utilisant ce que le système nerveux a conservé des activités perceptives antérieures et aboutissant à une expérience actuelle spécifique ... L'expérience imaginative est autre que l'expérience directe du monde réel et l'imagerie conserve, dans sa dépendance génétique à l'égard de la perception, un statut cognitif fondamentalement autonome" (p. 146). De telle sorte que l'image est susceptible d'établir des relations originales entre des objets appartenant tous à l'expérience de l'individu mais qui ne s'y trouvaient pas ainsi liés. Et qu'elle peut même inventer de nouveaux contenus par une véritable activité de création.

Cet aspect constructif de l'imagerie se marque d'abord par l'abstraction et la schématisation dont témoigne l'image par rapport à la perception d'origine. La construction d'une image accentue tel élément de la réalité perçue et en supprime tel autre. Pour expliquer l'élection du premier, DENIS (1979) fait intervenir la régularité ou la fréquence de son apparition, la richesse de l'information qu'il apporte,

la prégnance perceptive qui lui serait inhérente ; mais également des processus récurrents (qui jouent un grand rôle dans l'élaboration des images opératives comme on le verra au chapitre suivant) : "un contexte d'attente perceptive, impliquant la mise en jeu d'une image anticipative, peut affecter l'appréhension perceptive d'un objet et orienter plus probablement l'individu vers des propriétés de l'objet déjà privilégiées au sein de l'image" (p. 148). Une autre propriété spécifique des images est leur variabilité : chez un même individu, les images successives d'un même objet peuvent varier dans leur degré d'abstraction, dans leur contenu figuratif, dans le champ qu'elles recouvrent ; devant une image donnée, d'autre part, le sujet conserve la faculté de l'explorer en tout ou en partie et de faire apparaître, dans ce dernier cas, des images parcellaires dessinant des sous-ensembles restreints d'éléments.

4) Image mentale et connaissance

L'imagerie mentale meuble la mémoire de représentations figuratives des objets physiques. En quoi sert-elle la connaissance ?

Un concept est défini par un ensemble de traits sémantiques qui sont stockés dans la mémoire. Lorsque l'activité du sujet les sollicite, certains d'entre eux se réactualisent ; ce sont ceux qui sont nécessaires et suffisants pour l'exécution de la tâche. Or, parmi ces traits sémantiques, certains sont figuratifs, imagés : ils ont la particularité de se rapporter aux propriétés physiques des objets et de conduire à des expériences quasi-sensorielles. La réactualisation de ces derniers, donc leur participation active à la vie mentale, dépend du contexte : plus l'objet envisagé est concret, plus il est fait appel à eux. C'est ainsi que l'on a pu classer les mots selon leur valeur d'imagerie, c'est-à-dire selon leur capacité à évoquer une image chez l'individu.

Si, maintenant, on a affaire non à un concept, mais à des catégories, à un classement hiérarchique de concepts tel, par exemple, que la série : meuble, siège, chaise, chaise de cuisine, on constate que la richesse des traits sémantiques, et surtout des traits figuratifs, s'accroît au fur et à mesure que l'on descend l'échelle. Ce qui vérifie que l'imagerie est d'autant plus fournie - et utile - que l'on s'éloigne des notions abstraites et générales pour atteindre à des objets concrets et particuliers.

On conçoit dès lors pourquoi, quand il s'agit de faciliter l'appréhension d'un concept abstrait, on utilise parfois un symbole imagé artificiel, une figuration graphique, prenant valeur d'idéogramme, pour remplacer l'imagerie spontanée défailante.

5) Image mentale et mémoire

L'imagerie favorise la mémoire. On le démontre expérimentalement : l'apprentissage des dessins d'objets est plus rapide que celui des noms qui les désignent ; la mémorisation des noms concrets est meilleure que celle des noms abstraits ; les consignes qui invitent le sujet à construire des représentations imagées des mots à apprendre élèvent constamment la performance.

Quelle en est la raison ?

PAIVIO, ROGERS et SMYTHE (1968) appliquent leur théorie du double codage : les dessins comme les noms concrets seraient codés et stockés en mémoire à la fois sous une forme verbale et sous une forme imagée. Les noms abstraits le seraient seulement sous la forme verbale. La supériorité des premiers sur les seconds tiendrait seulement au doublement des traces mnésiques dans le premier cas. PAIVIO et CSAPO (1969) ont procédé à une contre-épreuve en utilisant un protocole qui supprimait le doublement précédent ; alors les résultats tendent à s'égaliser ; pourtant le codage imagé conserve un certain avantage par rapport au codage verbal.

Cet avantage a été confirmé ultérieurement par tous les expérimentateurs. Pour l'expliquer, les auteurs invoquent le fait que l'image est mieux organisée, en système relationnel, que le mot (BOWER, 1970); ou encore qu'elle offre une figure spatialement intégrée (BEGG, 1972). D'autres enfin font appel à la plus grande richesse en traits sémantiques, et surtout en traits sémantiques figuratifs, des mots concrets par rapport aux mots abstraits ; c'est l'hypothèse componentielle, qui considère que la représentation est composite et résulte de la conjonction de traits sémantiques élémentaires (LE NY, 1979).

Au terme de ce chapitre, on a conscience d'avoir parlé d'images et non d'action, d'expériences de laboratoire et non de conduites de travail. Valait-il donc de faire ce détour dans un séminaire d'ergonomie consacré à l'image opérative ?

Nous le pensons, pour la raison que la psychologie ergonomique emprunte à la psychologie générale ses concepts et ses méthodes et qu'il importait donc de dresser l'inventaire des connaissances fondamentales en matière d'images mentales avant de les voir appliquer, par d'autres auteurs, au cas particulier de l'image opérative.

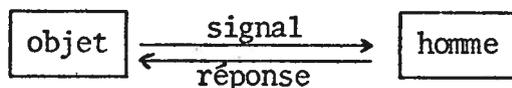
Chapitre II

L'IMAGE OPERATIVE

Voici donc qu'après avoir traité des images mentales en général, nous focaliserons l'attention dans ce qui suivra sur les images qui accompagnent l'action de travail et que l'on appelle images opératives. La théorie de l'image opérative est due au psychologue soviétique OCHANINE.

a) Position de principe

Tout travail, si physique soit-il, met en jeu une activité percepti-ve et mentale : l'objet travaillé émet de l'information (signal) ; celle-ci est captée et traitée par l'opérateur ; qui y répond en agissant sur l'objet ; et ainsi de suite ; selon le schéma :



Les psychologues du comportement (behavioristes) de l'école de WATSON n'ont voulu considérer que ce qui est extérieurement apparent dans cette relation : le signal et la réponse, ce qui entre (input) et ce qui sort (output) d'un système humain perçu par eux comme une "boite noire" inaccessible à une approche authentiquement scientifique.

Dans ses conférences de 1967, OCHANINE s'élève contre cette conception : pour éliminer l'homme du circuit précédent, il faudrait que la fonction de l'opérateur se limitât à une fonction-transfert, donc à l'application d'une loi reliant les valeurs de sortie aux valeurs d'entrée. Or ce n'est pas le cas ; selon la signification qu'il leur accorde, l'opérateur réagira différemment à des signaux identiques. L'homme n'est pas répétitif.

Pour la même raison, OCHANINE limite la portée de la théorie des réflexes conditionnés de PAVLOV. Une loi telle que celle qui énonce que l'intensité de la réaction est proportionnelle à l'intensité du signal n'a pas valeur absolue dans les conduites humaines ; c'est ainsi qu'OCHANINE a constaté expérimentalement que de minimes modifications dans les consignes (insister davantage sur la rapidité que sur la précision de la réponse, ou l'inverse) aboutissaient à des résultats qui n'étaient plus conformes à la loi.

C'est pourquoi, dans l'interprétation du couple homme-travail, OCHANINE déclare adopter une attitude résolument anthropocentrique. Qui rejoint, d'ailleurs, celle de la plupart des psychologues contemporains (néo-behavioristes ou autres) comme en témoignent les nombreuses études sur les images mentales rapportées au chapitre précédent.

Un anthropocentrisme, cependant, qui ne conduit pas à un intellectua-lisme rationalisateur. Lors de la discussion qui suivit une de ses conférences de 1967, OCHANINE opposa le raisonnement logique à la découverte heuristique, l'abstraction au vécu psycho-somatique et affectif : l'homme dispose de plusieurs claviers : celui des images sensorielles, celui des images sensorielles associées à des représentations intellectuelles, celui des représentations purement intellectuelles et de portée générale ; ce

lui des lois scientifiques. Il ne faut pas considérer que les derniers claviers sont supérieurs aux premiers et permettent de se passer d'eux. Seuls les cloisonnements et les systèmes de valeurs universitaires ont pu accréditer cette erreur. En réalité, l'homme joue sur tous les claviers et son art consiste à choisir le plus pertinent. Voici, par exemple, un opérateur expérimenté dans une salle de contrôle automatisée ; des signaux lumineux s'allument en série ; nous pensons que l'opérateur va d'abord interpréter les graphes que dessine la séquence, puis en déduire, par raisonnement, la survenue d'un incident, enfin agir en conséquence ; mais, en fait, la réaction est immédiate ; l'opérateur a saisi, d'emblée, la danger parce qu'il est comme "hypnotisé" par les graphes de l'avarie imprimés dans sa mémoire.

b) Définition de l'image opérative.

Considérons un travail par lequel un homme transforme un objet matériel. Cet objet se présente à lui comme un ensemble d'éléments en interaction. Les relations entre ces éléments constituent la structure de l'objet et c'est cette structure qui retient principalement l'attention de l'opérateur.

OCHANINE et CHEBEK (T. 1968) nomment "structure intégrale" l'ensemble des relations existant entre tous les éléments de l'objet et "structure partielle" un groupe de relations mis à part pour une raison quelconque et examiné séparément.

La structure de l'objet est variable puisque l'action de travail y opère des changements finalisés : des relations nouvelles s'établissent entre des éléments, d'autres relations sont détruites, etc.

Du point de vue de l'activité de travail, toutes les relations qui constituent la structure intégrale n'offrent pas le même intérêt ; certaines n'interviennent pas ; l'opérateur peut en faire abstraction ; d'autres sont indispensables à connaître : ce sont celles à l'aide desquelles la tâche peut être réalisée. Diverses structures permettent d'accomplir cette tâche. Mais la plus pertinente et la plus fiable sera la plus simple : ce sera la structure partielle qui réunira toutes les relations indispensables et elles seules. Les auteurs appellent cette structure "structure opérative" et "image opérative" sa représentation dans la conscience du sujet. Pour agir sur un objet, l'opérateur doit donc posséder une image mentale opérative reflétant la structure opérative de l'objet.

c) La construction de l'image opérative.

En tant que représentation d'un système homme-objet, l'image opérative est globale, synthétique ; mais elle naît de la confluence de plusieurs processus formateurs d'images qu'il est commode de dissocier

* Les références aux travaux d'OCHANINE qui figurent dans ce chapitre proviennent de deux sources :

- des articles de l'auteur, traduits du russe en français, et publiés en annexe ; ces articles sont désignés par la lettre T suivie de l'année de publication de l'article original (exemple : T. 1968)
- des notes prises personnellement pendant deux conférences données par OCHANINE à Bruxelles en 1967 ; cette source est désignée par C. 1967 (P.C.).

pour les mieux analyser. En référant au schéma initialement proposé, on distinguera ainsi entre les trois moments de l'action de travail :

- au stade de la prise d'information, de la perception du signal, correspond "l'image-signal" ;
- au stade du traitement de l'information perçue et de sa confrontation avec les informations stockées dans la mémoire, l'"image mnémorique" ;
- au stade de la réponse, de l'action sur l'objet, "l'image-structure opérative".

. L'image-signal est une image mentale de l'objet travaillé, qui est déformée afin de ne fournir que les seules informations nécessaires à l'action. Par rapport à l'image mentale ordinaire (étudiée au chapitre précédent), l'image-signal est plus laconique et opérative.

Elle est plus laconique par élimination des composantes inutiles de l'image ; ce laconisme atteint son apogée lorsque la réponse doit être ultra-rapide ; OCHANINE (C. 1967) rapporte l'exemple d'une action de chasse où la perception de quelques traits incertains de l'animal en fuite doit suffire à déclencher le tir.

Elle est opérative, c'est-à-dire déformée pour servir à une action particulière. OCHANINE et ZALTZMAN (T. 1973) ont montré que l'image-signal se transformait si, dans une même situation expérimentale, le but à atteindre se trouvait modifié. Dans les conditions réelles du travail, la déformation en cause provient principalement de la répétition de la tâche, qui répète, donc accentue, les traits pertinents, et de l'importance fonctionnelle de certains signaux, qui en majore la représentation (ainsi en est-il, par exemple, des signaux tactiles dans le travail manuel).

. L'image mnémorique : les images opératives successives d'un même objet sont stockées dans la mémoire sous la forme d'une image mnémorique, dite "image-étalon" ou "image-référence". Pour faire comprendre comment la progressive accumulation des images opératives peut donner cette image synthétique unique, OCHANINE (C. 1967) imagine qu'on surimpressionne la photographie d'un père de famille par celle de tous ses enfants ; on obtiendrait un cliché d'ensemble qui restituerait un "air de famille".

L'activité de travail fait constamment intervenir une procédure de "reconnaissance" qui consiste à retrouver une identité entre une image-signal et l'image-étalon du même objet. Cette identité permet d'enrichir l'image-signal de tout le savoir opératoire accumulé dans l'image-étalon. OCHANINE (C. 1967) donne l'exemple des tracés sonar enregistrés dans un sous-marin : à partir de détails imperceptibles pour un observateur non averti, les images-étalons mémorisées par un opérateur expérimenté lui permettent de distinguer et de rapporter à leurs causes exactes, des tracés de provenance différente mais apparemment absolument identiques.

. L'image-structure opérative :

L'image-étalon exprime une expérience passée ; l'image-signal une perception présente ; l'image-structure opérative vise plutôt une action à venir.

Soit un guide qui veut inaugurer un nouvel itinéraire. Il possède une

carte d'état-major de la région à traverser ; cette carte reproduit la structure intégrale de l'objet (ici, la région). Puis le guide dessine sur la carte son projet d'itinéraire ; immédiatement, l'information donnée par la carte se transforme ; la structure intégrale précédente cède le pas à une structure opérative qui ne prend en compte que les éléments de la carte intéressés par le parcours. Ultérieurement, le guide s'exercera plusieurs fois à effectuer l'itinéraire. A chaque fois son expérience s'enrichira d'informations non plus symboliques mais concrètes (ici, le sentier est coupé ; là, des cailloux roulent sous le pied, etc.). A chaque fois aussi la structure opérative de l'objet apparaîtra plus précise et pertinente, et le cheminement plus facile. L'image-structure opérative est donc un guide pour l'action : "Il y a transformation de l'information pertinente sur l'objet en action pertinente sur cet objet", selon une formule d'OCHANINE (C. 1967). Qui cite aussi l'exemple d'un sculpteur qui doit attaquer un bloc de marbre pour réaliser une statue : les veines du marbre dessinent une structure intégrale : en choisissant d'utiliser telle veine plutôt que telle autre, l'artiste structure opérativement le marbre ; il décide des propriétés de l'objet qui serviront à l'action.

Les trois processus de formation d'images que nous venons de décrire sont des processus au long cours, qui se développent simultanément au fur et à mesure que s'accroît l'expérience de l'opérateur. Surtout, ils n'ont été séparés que pour les besoins de l'exposition, car ils interagissent entre eux pour donner naissance à l'image opérative synthétique. Voici, par exemple, comment OCHANINE (C. 1967) rend compte de leur enchaînement lors d'une tâche de contrôle d'un processus automatisé : au départ, l'opérateur perçoit une image-signal du processus ; il la compare à l'image-étalon qu'il possède en mémoire ; s'il y a conformité entre les deux images, il n'intervient pas ; s'il y a désaccord, il recourt à l'image-structure opérative du processus pour découvrir une stratégie opératoire qui remédiera à l'incident.

On peut généraliser et caractériser la procédure opérative par le schéma suivant :

- 1°) Perception d'une image-signal de l'objet.
- 2°) Confrontation de l'image-signal et de l'image-étalon : elle réalise une première synthèse de l'objet et du sujet. Eventuellement
- 3°) Perception d'un signal de désalignement entre l'image-signal et l'image-étalon.
- 4°) Confrontation du signal de désalignement et de l'image-structure opérative : elle réalise une deuxième - et plus complète - synthèse de l'objet et du sujet ; elle "donne l'étincelle" (l'expression est d'OCHANINE) qui permet de retrouver ou d'inventer la solution.
- 5°) Application de la solution par action sur l'objet.

d) Les caractères distinctifs de l'image opérative

L'image opérative est une image mentale parmi d'autres et tout ce qui a été dit au premier chapitre des images mentales en général, de leurs fonctions référentielle et élaborative, s'applique également à elle.

Mais l'image opérative possède aussi plusieurs traits particuliers, qui la singularisent :

. L'intentionnalité d'une action spécifique.

Il est des images pour la connaissance, elles sont abstraites, intellectuelles, générales ; et des images pour l'action, qui sont concrètes, corporelles, spécifiques : OCHANINE nomme les premières images "cognitives", les secondes, images "opératives". Il était question, tout à l'heure, d'une carte d'état-major et d'un itinéraire : la carte était l'image cognitive de la région ; l'itinéraire, l'image opérative de la même région. OCHANINE (C. 1967) insiste sur le fait que les deux images représentent le même objet mais envisagé de deux points de vue différents : ou bien je veux rassembler dans une même image cognitive toutes les informations que je puis avoir sur l'objet - et ceci non seulement dans un but spéculatif mais afin d'être en mesure de faire face à tous les problèmes que pourrait me poser ma relation ultérieure à l'objet. Ou bien je me préoccupe de réussir, hic et nunc, telle transformation spécifique de l'objet et je recours à une image opérative qui, comme on l'a déjà indiqué, ne vaudra que pour la seule opération en cause - de sorte que toute autre opération sur le même objet nécessitera l'élaboration d'une nouvelle image opérative.

OCHANINE ne sous-estime pas les vertus de l'image cognitive : la polyvalence de l'homme, la plasticité du milieu où il évoluait, lui commandaient de généraliser, donc d'abstraire, son savoir. De ce point de vue, l'intellectualisation a permis le développement des sciences, a certainement représenté un progrès.

Mais ce perfectionnement de la connaissance n'a pas modifié les nécessités propres de l'action et le besoin d'images opératives. Les deux processus d'imagerie sont donc appelés à coexister.

Pour illustrer cette coexistence, mais aussi les malentendus qu'elle peut occasionner, OCHANINE (C. 1967) donne l'exemple de la salle de contrôle d'une centrale thermique dans laquelle l'opérateur doit contrôler près d'un millier de paramètres ; pensant lui faciliter la tâche, l'ingénieur concepteur lui fournit un schéma de fonctionnement de l'installation qui devrait l'aider à mieux situer et interpréter les signaux figurant sur les panneaux. Or l'opérateur évite de regarder le schéma ou même le recouvre d'un voile en disant qu'il l'empêche de travailler. Pourquoi cela ? Parce que le schéma établi par l'ingénieur à partir de sa propre image cognitive de l'installation n'est pas isomorphe avec l'image opérative que le contrôleur a progressivement dégagée de sa pratique opératoire. Disons mieux : le schéma est opératif pour l'ingénieur en tant que celui-ci est constructeur de l'usine ; il ne l'est pas pour le technicien, qui n'a pas à construire l'usine mais à pallier les incidents de son fonctionnement ; ce qui est une toute autre tâche et requiert donc une tout autre image opérative.

. La déformation fonctionnelle

Elle est commune à toute image mentale, réplique et non copie de la perception initiale. Mais elle revêt, ici, une importance particulière, que l'on a déjà évoquée à propos de l'image-signal. Demandons, par exemple, comme l'a fait OCHANINE, à l'opérateur précédent de dessiner son usine : il omettra toutes les installations dont il ne s'occupe jamais parce qu'elles fonctionnent automatiquement et correctement ; il grossira, par contre, tel robinet qui fuit, telle vanne

défectueuse. Ce dessin sera une "monstruosité technologique". Mais une image opérative plus pertinente que le schéma, technologiquement exact, du concepteur.

. Le dynamisme de l'image.

Toute image d'action est dynamique ; les images de l'action de travail le sont doublement puisqu'il y a non seulement mouvement du sujet, mais transformation de l'objet travaillé ; ce sont des images de processus. Le dynamisme peut être surtout le fait du sujet, comme dans le cas du guide qui chemine ; ou surtout de l'objet, tel ce contrôleur d'un poste central d'aiguillage observé par OCHANINE (C. 1967) qui conservait en permanence la représentation mentale du mouvement des trains et avait même la faculté de retrouver la position exacte de ceux-ci après que son attention ait été, pendant plusieurs minutes, captée par un autre objet (l'image dynamique des trains en marche avait donc persisté à l'état inconscient). Mais le dynamisme le plus significatif s'observe lorsque le système sujet-objet est tout entier en mouvement : le pilote d'un avion qui effectue un looping visualise mentalement le trajet de son avion comme un cordon Bickford dessinant une boucle et se consumant (c'est-à-dire s'effaçant de l'image) au fur et à mesure de la progression de l'avion.

. L'opérativité

Plutôt qu'une nouvelle particularité de l'image opérative à ajouter aux précédentes, le concept original de l'"opérativité" dû à OCHANINE (qui a forgé le néologisme) les résume toutes et y ajoute une notion de créativité. L'image opérative (et il s'agit ici de l'image opérative globale qui synthétise l'image-signal, l'image-étalon et l'image-structure opérative) est non seulement une image dynamique d'action, façonnée et déformée par la fonction ; elle est le support qui permet à l'inventivité ouvrière de découvrir, en cours d'action, de nouvelles solutions aux problèmes posés par le travail. Pour bien faire comprendre cette faculté remarquable, OCHANINE réfère à la théorie marxiste du reflet selon laquelle entre le sujet qui travaille et l'objet travaillé s'établit une interaction privilégiée qui les soude l'un à l'autre et leur permet de communiquer : l'homme agit sur l'objet mais la résistance de celui-ci se répercute en retour sur l'homme qui s'en trouve mieux instruit, transformé, apte à modifier son projet initial pour découvrir d'autres façons de procéder. "Par le travail, écrivait MARX, l'homme en modifiant la Nature, modifie sa propre nature". L'opérativité d'OCHANINE est la traduction directe de cette transformation de l'homme du fait de son activité même.

. Applications ergonomiques.

Comme FAVERGE (1968, p. XIII-XXI) l'avait pressenti, la théorie de l'opérativité est appelée à renouveler l'ensemble de la psychologie ergonomique*. Ce que vérifient, d'une part, les exposés présentés à ce séminaire, d'autre part, les traductions françaises des publications d'OCHANINE réunies dans un document annexe. Il suffira donc d'indiquer ici les domaines dans lesquels OCHANINE a choisi de faire principalement porter ses interventions :

- l'analyse du travail (surtout informel) et de la construction de simulateurs pertinents ;
- la conception des postes de conduite dans les systèmes hommes-machines ; elle doit respecter les stéréotypes opératifs ;
- l'ergonomie des processus automatisés et le couplage de l'homme (heuristique) et de l'automate (algorithmes) ;
- la psychologie différentielle : la créativité opérative varie selon les individus ;
- la pédagogie professionnelle : un apprentissage fondé sur des savoirs opératifs donne de meilleurs résultats qu'un apprentissage reposant sur des savoirs cognitifs.

* Par contre, les travaux d'OCHANINE (souvent publiés en russe, il est vrai) n'ont eu que peu de répercussions en psychologie générale ; il est significatif que dans l'important ouvrage qu'il a consacré aux images mentales, DENIS (1980) ne réfère pas aux travaux d'OCHANINE et ne cite même pas le nom de cet auteur.

Chapitre III

LA THEORIE DE LA DOUBLE INTELLIGENCE

Ce chapitre invite à un élargissement multidisciplinaire du débat. Il s'agira de confronter les données psychologiques précédentes - et principalement les concepts d'OCHANINE - avec les acquisitions récemment obtenues dans les domaines scientifiques voisins pour déboucher sur une théorie d'ensemble que l'on propose d'appeler la "théorie de la double intelligence".

1) L'apport de l'ergonomie

La distinction qu'OCHANINE établit entre l'image opérative et l'image cognitive est tranchée : l'image opérative structure une action directe spécialisée immédiate ; l'image cognitive est plus une connaissance qu'une action ; ou, plus exactement, elle est une connaissance éventuellement utilisable pour des actions polymorphes et à venir.

4 OCHANINE (C. 1967) avance même que ces deux images reflètent deux modes de connaissance essentiellement différents : à la connaissance opérative, concrète, s'oppose la connaissance abstraite, intellectuelle, scientifique, qui se retire des objets pour ne plus traiter que les mots et les chiffres qui les symbolisent (distinction qui n'est pas sans analogie avec la théorie du double codage de PAIVIO). Et cette différence se répercute au plan des logiques : l'opérativité utilise une démarche heuristique distincte de l'élucidation scientifique.

Cette différence de logiques dans le détail de laquelle OCHANINE n'entre pas, mérite que l'on s'y arrête car elle avait déjà retenu l'attention des ergonomes :

FAVERGE (1966, p. 18) oppose algorithme scientifique et heuristique opératoire ; la méthode algorithmique systématise un nombre défini d'opérations élémentaires successives de telle sorte que l'on soit assuré, en fin de course, d'arriver à la solution ; la stratégie heuristique, au contraire, décide quasi intuitivement, dans une certaine incertitude logique, à partir de "règles empiriques mal systématisées" et de "critères flous" (j'ai proposé, plus simplement, de référer au terme vulgaire de "pifométrie"). Dans une certaine incertitude logique ? SIMONDON (1958, p. 243-244) compare l'opérativité d'un artisan mouleur et la conception algorithmique d'une machine à mouler réalisée par un ingénieur : l'artisan ne connaît pas le mécanisme intime de l'opération qu'il exécute ; il enjambe une zone centrale d'inconnu et agit donc dans l'incertitude. Alors que l'ingénieur ne peut construire une machine efficace qu'après avoir complètement élucidé les données physico-chimiques du problème. Mais cette ignorance, cette incertitude, à la limite cette irrationalité - il vaudrait mieux dire cette non-rationalité - du savoir opératif sont aussi ce qui lui confère sa vertu créatrice. C'est parce que le système n'est pas fermé, qu'il y a incertitude, qu'il peut y avoir champ libre pour le renouvellement. LANDA (1966) a clairement établi que, seule, l'heuristique vraie était créative ; l'algorithme, confirme ALEXIEV (1963), permet seulement de vérifier si tel cas concret entre ou non dans la

règle ; il ne sert pas à élaborer la règle*.

Bien que menées, au début du moins, dans l'ignorance des travaux soviétiques, les recherches multidisciplinaires poursuivies par notre groupe aboutissaient, de leur côté, à des résultats concordants. Elles mettaient en évidence les régulations proprioceptives des conduites opératoires (JARRY, CAZAMIAN et al., 1962 ; 1964), le remodelage heuristique des rôles (JARRY et CAZAMIAN, 1965), le conflit entre l'organisation informelle, mais réelle, du travail et l'organisation officielle, mais fictive, de celui-ci (CAZAMIAN, 1968).

Dès 1969, ce conflit est rapporté à une opposition de logiques : Dans sa relation avec le monde, l'Homme dispose "de deux voies, que l'on pourrait appeler celle du "vécu" et celle de l'"objectivation". La première, proche du biologique et qui maintient un contact organique direct avec les choses, est celle de l'opérateur ; la spontanéité corporelle, porteuse d'équilibres instinctifs et de valeurs spécifiques, y prévaut sur la réflexion. La seconde voie ... est celle de l'objectivation, qui se retire du monde sensible et du vécu existentiel pour s'adonner à une réflexion abstraite et raisonnée dont les sciences, notamment, sont issues. Or, bien qu'ils soient tous deux soucieux de produire, organisateur et exécutant utilisent à cette fin, le premier, le mode de pensée de l'objectivation, le second, le mode d'action du vécu" (CAZAMIAN, 1969, p. 92-93). Ultérieurement, dans la même perspective, le progrès technique est interprété comme le dessein de faire prévaloir la connaissance scientifique sur la connaissance opérative - un dessein d'ailleurs constamment tenu en échec par les réactions heuristiques de la base (grèves sauvages des ouvriers spécialisés) ou par l'insuffisante fiabilité des programmes algorithmiques utilisés en automatisation (CAZAMIAN, 1973).

Ainsi donc nos études multidisciplinaires confirment et complètent les études psychologiques d'OCHANINE. Elles les confirment en montrant que, dans sa vie de relation, l'Homme dispose de deux intelligences, l'une abstraite et scientifique, l'autre concrète et opérative. Elles les complètent en indiquant que, physiologiquement, le savoir opératif est un savoir corporel lié aux régulations hypothalamiques et informé par les sensations proprioceptives de fatigue.

2) Les apports de l'anthropologie, de l'ethnologie, de la psychologie génétique et de la neuropsychologie

Comme tout être vivant, l'Homme réalise un système ouvert qui échange largement avec le milieu. Ces échanges caractérisent la vie de relation, dont le travail ne représente qu'un chapitre. Mais un chapitre original et d'importance exceptionnelle. En effet, si j'appelle intelligence la faculté de comprendre mon environnement pour le soumettre à mon désir, je puis dire que le travail est la source de l'intelligence humaine. "C'est la main qui a créé le cerveau", disait déjà ANAXAGORE.

Le travail est le propre de l'Homme. L'anthropologie enseigne même qu'il est le plus ancien des caractères qui permettent de distinguer l'hominien préhistorique des autres Primates. A la fin du tertiaire

*En automatisation, la comparaison entre les programmes algorithmiques de l'ordinateur et la conduite heuristique de l'opérateur illustre parfaitement cette analyse.

(il y a trois ou quatre millions d'années), le premier hominien, le Zinjanthrope, fabrique déjà des outils de silex alors même que son cerveau, peu développé (plus réduit que celui du Gorille et moitié moindre en poids que le nôtre) est encore privé des aires associatives préfrontales qui, beaucoup plus tard (200.000 ans avant notre ère) assureront chez Homo sapiens l'émergence de l'intelligence abstraite (LEROI-GOURHAN, 1964). Ce délai considérable (plusieurs millions d'années) qui sépare l'apparition du travail de celle de la pensée abstraite (l'écriture, la première expression certaine de celle-ci, n'est inventée que 3.500 ans avant J.C.) me conduit à différencier absolument les deux phénomènes. L'Homme est, dès l'origine, "un animal fabricant d'outils" selon l'expression de Benjamin FRANKLIN et je pense qu'une première forme d'intelligence, très concrète, a accompagné l'activité de travail bien avant que ne se révèle dans l'espèce humaine, l'intelligence abstraite qui, plus tard, maniera des symboles et des concepts.

Une science voisine, l'ethnologie, le confirme : elle révèle que des techniques artisanales aussi poussées que les nôtres se sont développées au sein de groupes, dits primitifs, ignorant l'écriture (esquimaux et indiens d'Amérique par exemple).

Un troisième argument emprunte à la psychologie génétique. L'embryologie nous apprend que l'évolution de l'individu (l'ontogénèse) reproduit, en quelque mesure, l'évolution de l'espèce (la phylogénèse) ; c'est ainsi que dans le ventre de sa mère, le fœtus humain passe par les stades de poisson, puis de batracien, avant d'atteindre à celui de mammifère. J'ai donc émis l'hypothèse que le développement psychologique de l'enfant contemporain pourrait être comme le reflet, la réviviscence, du développement préhistorique de l'intelligence dans l'espèce humaine. PIAGET et INHELDER (1966) ont analysé l'évolution psychologique de l'enfant : le nourrisson manifeste une intelligence sensori-motrice analogue à celle des anthropoïdes. Vers l'âge de 7 ans, l'enfant développe une intelligence concrète, opératoire, qui ne se manifeste que dans la manipulation des objets et qui peut être considérée comme une intelligence ouvrière - aussi bien comme SIMONDON (1958) l'a relevé, l'apprentissage d'un métier manuel est-il possible dès cet âge. Il faut attendre la onzième ou la douzième année pour qu'apparaisse l'intelligence abstraite qui, se retirant des choses pour n'en plus traiter que les symboles, s'investira, notamment, dans les mathématiques et les sciences. La gradation : intelligence sensori-motrice, intelligence concrète, intelligence abstraite, décrite par PIAGET, est exactement celle que l'anthropologie décelait au cours de la préhistoire ; ce qui confirme mon hypothèse selon laquelle travail et intelligence concrète seraient apparus simultanément chez les premiers hominiens, après le singe dirons-nous et avant le savant.

3

Un point demeure obscur chez PIAGET : sa description donnait à penser que le développement psychologique de l'enfant était d'un seul tenant ; "l'intelligence, écrit-il, se construit par paliers d'équilibration successifs tels que le travail débute, sur chacun d'eux, par une reconstruction de ce qui était déjà acquis du palier précédent" (PIAGET, 1965). Le terme de reconstruction signifiait-il qu'il y avait eu destruction préalable de ce qui avait précédé ? Si oui, on expliquait mal que l'adulte pût disposer à la fois des deux formes d'intelligence, concrète et abstraite, que l'on avait vu apparaître suc-

2

cessivement chez l'enfant.

Tout cela s'est trouvé éclairci par les progrès récents de la neuropsychologie qui apportent la notion d'une dualité fonctionnelle des hémisphères cérébraux. Certes, on savait, depuis BROCA, qu'il existait une latéralisation cérébrale puisque le centre du langage se trouvait dans l'hémisphère gauche, considéré de ce fait comme l'hémisphère dominant. Mais, depuis une vingtaine d'années, des recherches, menées, en particulier, chez des sujets lésés au niveau d'un seul hémisphère, ont montré que l'hémisphère droit possédait aussi une spécialisation fonctionnelle en matière de relations spatiales, de reconnaissance des formes, donc de tous ces rapports que mettent en jeu l'intelligence concrète et l'activité de travail. Il est à remarquer que la différenciation hémisphérique n'existe pas chez l'animal, sauf chez l'anthropoïde où elle est seulement ébauchée ; une ébauche qui suffit, d'ailleurs, à expliquer pourquoi le chimpanzé peut parvenir à un certain dialogue avec son maître ou esquisser un comportement de prétravail en utilisant un bâton pour abattre un fruit hors d'atteinte. On tend aujourd'hui à élargir considérablement la portée de ce dualisme en considérant que chaque hémisphère possède son intelligence, sa logique, son univers culturel. LEVY-AGRESTI et SPERRY (1968) soutiennent, par exemple, que l'hémisphère gauche opère de façon logique et analytique "comme un ordinateur" alors que l'hémisphère droit réalise des synthèses rapides et complexes. HECAEN (1977) pense de même : l'hémisphère gauche est "à la base de la pensée abstraite, analytique et logique mise en oeuvre dans le langage et les mathématiques", l'hémisphère droit, "à la base de la pensée concrète, globale, intuitive et émotionnelle, mise en oeuvre, par exemple, dans la création artistique".

3) La théorie de la double intelligence

"Homo simplex in vitalitate, duplex in humanitate", disait MAINE de BIRAN : En tant qu'organisme biologique, l'Homme est simple, unitaire. Mais en tant qu'Homme, il devient double. Non que l'on réfère ici au dualisme cartésien entre le corps et l'âme. L'Homme devient double parce qu'il acquiert deux cerveaux et deux intelligences.

Le cerveau droit est concret, visuel, imagier ; il régent l'espace et procède par synthèse heuristique, c'est-à-dire par intuition irraisonnée. L'intelligence concrète qui en est l'expression est à l'origine de la créativité artisanale et ouvrière comme de la créativité artistique (qui est liée à la précédente ainsi qu'en témoigne l'art rupestre) ; apparue avec le premier hominien, cette forme d'intelligence débute vers l'âge de 7 ans chez l'enfant contemporain.

Le cerveau gauche est abstrait, auditif, langagier ; il déroule ses raisonnements dans le temps et procède par algorithmes, c'est-à-dire par des séquences d'opérations élémentaires successives qui garantissent d'arriver à la solution. L'intelligence abstraite qui lui correspond a suscité les mathématiques et les sciences ; apparue dans l'espèce humaine beaucoup plus tardivement que l'intelligence précédente, elle se manifeste, de nos jours, vers l'âge de 12 ans.

Cette théorie de la double intelligence est appelée à renouveler très profondément les modèles utilisés tant en ergonomie que dans l'ensemble des sciences humaines.

BIBLIOGRAPHIE

- ALEXIEV, N.G., 1963 : L'approche algorithmique est-elle juste in Les algorithmes (Laboratoire de Psychologie du Travail, Ecole Pratique des Hautes Etudes, Paris, 1970).
- BARTLETT, F.C., 1932 : Remenbring (University Press, Cambridge, G.B.).
- BEGG, I., 1972 : Recall of meaningful phrases. J. verb. Learn. verb. behav., 11, p. 431-439.
- BOWER, G.H., 1970 : Imagery as a relational organizer in associative learning, J. verb. Learn. verb. Behav., 9, p. 529-533.
- BROOKS, L.R., 1968 : Spatial and verbal components of the act of recall, Canadian Journal of Psychology, 22, p. 349-368.
- BRUNER, J.S., 1964 : The course of cognitive growth, Amer. Psychologist, 19, p. 115.
- CAZAMIAN, P., 1968 : Méthodes d'analyse dans les systèmes hommes - machines in Problèmes actuels de la recherche en ergonomie (Dunod, Paris), p. 195-200.
- CAZAMIAN, P., 1969 : Travail, inadaptation industrielle et ergonomie. Aspects phénoménologiques. La scuola in azione, 1, p. 86-102.
- CAZAMIAN, P., 1973 : Leçons d'ergonomie industrielle. Une approche globale (Cujas, Paris).
- DENIS, M., 1979 : Les images mentales (Presses Universitaires de France, Paris).
- FAVERGE, J.M., 1966 : L'ergonomie des processus industriels (Institut de Sociologie de l'Université Libre de Bruxelles).
- FAVERGE, J.M., 1968 : La méthode des modèles en recherche ergonomique in Problèmes actuels de la recherche en ergonomie (Dunod, Paris), p. XIII-XXI.
- FISS, H., GOLDBERG, F.H., et KLEIN, G.S., 1963 : Effects of subliminal stimulation on imagery and discrimination. Percept. mot. skills, 17, p. 31-44.
- HEBB, D.O., 1968 : Concerning imagery, Psychological Revue, 75, p. 466-477.
- HECAEN, H., 1977 : La dominance cérébrale, La Recherche, 76, p. 238-244.
- JARRY, J.J., CAZAMIAN, P., CHICH, Y., DEVEZE, G., et FAURE, G., 1962 : Recherches sur les exigences énergétiques de certains travaux miniers in Compte-rendu des Journées Françaises de Pathologie Minière, 25-26 octobre 1962 (Charbonnages de France, Paris), p. 43-69.
- JARRY, J.J., CAZAMIAN, P., CHICH, Y., DEVEZE, G., et FAURE, G., 1964 : Les efforts physiques des ouvriers mineurs dans les chantiers peu mécanisés des charbonnages in Compte rendu du IIème Congrès international d'Ergonomie, 23-26 septembre 1964 (Dortmund).
- JARRY, J.J., et CAZAMIAN, P., 1965 : Sur les contraintes de travail dans l'entreprise industrielle. Synopsis, 7, n° 86, p. 29-35.
- LANDA, L.N., 1966 : Rapport entre les processus heuristiques et les processus algorithmiques : quelques problèmes concernant leur développement dans l'enseignement programmé in Les Algorithmes (Laboratoire de Psychologie du Travail, Ecole Pratique des Hautes Etudes, Paris, 1970).
- LE NY, J.F., 1979 : La sémantique psychologique (Presses Universitaires de France, Paris).

- LEROI-GOURHAN, A., 1964 : Le geste et la parole. 1er volume : Technique et langage (Albin Michel, Paris).
- LEVY-AGRESTI, J., et SPERRY, R.W., 1968 : Differential perceptual capacities in major and minor hemispheres. Proceedings of the National Academy of Sciences, 61, p. 1151 (Abstracts).
- NEISSER, U., 1967 : Cognitive Psychology (Appleton-Century-Crofts, New York).
- NEISSER, U., 1972 : Changing conceptions of imagery, in P.W. SHEENAN (Ed.) The function and nature of imagery (Academic Press, New York).
- PAIVIO, A., 1971 : Imagery and verbal processes (Holt, Rinehart et Winston, New York).
- PAIVIO, A., et CSAPO, K., 1969 : Concrete image and verbal memory codes. J. exp. Psychol., 80, p. 279-285.
- PAIVIO, A., ROGERS, T.B., et SMYTHE, P.C., 1968 : Why are pictures easier to recall than words ? Psychon. Sci., 11, p. 137-138.
- PETERSON, M.J., et GRAHAM, S.E., 1974 : Visual detection and visual imagery. J. exp. Psychol., 103, p. 509-514.
- PIAGET, J., 1965 : Sagesse et illusions de la philosophie (Presses Universitaires de France, Paris).
- PIAGET, J., et INHELDER, B., 1966 : L'image mentale chez l'enfant (Presses Universitaires de France, Paris).
- RICHARDSON, A., 1969 : Mental imagery (Springer, New York).
- SARTRE, J.P., 1940 : L'imaginaire (Gallimard, Paris).
- SIMONDON, G., 1958 : Du mode d'existence des objets techniques (Aubier Editions Montaigne, Paris).
- STANDING, L., SELL, C., BOSS, J., et HABER, R.N., 1970 : Effect of visualization and subvocalization on perceptual clarity. Psychon. Sci. 18, p. 89-90.



D.E.S.U.P. D'ERGONOMIE ET D'ÉCOLOGIE HUMAINE
=====

Année universitaire 1980 - 1981

SEMINAIRE SUR L'IMAGE OPERATIVE

DÉPARTEMENT
ERGONOMIE ET ÉCOLOGIE

LIEU : UNIVERSITE DE PARIS 1, Centre de Tolbiac,
90 rue de Tolbiac. Métro Tolbiac)
Amphithéâtre " K " (rez-de-chaussée).
Téléphone: 584 91 76 (pour les urgences seulement)
Possibilité de Parking au sous-sol de l'Université.

DATES : du Lundi 1 Juin 1981 au Vendredi 5 Juin 1981.

HORAIRES: 9 heures - 12 heures; 14 heures - 18 heures.

P R O G R A M M E

Lundi 1 Juin 1981

- 9 h - 12 h : Présentation du Séminaire. Généralités sur l'image opérative. Dr. CAZAMIAN
- 14 h - 17 h : Aspects psychophysiologiques. La dualité fonctionnelle des hémisphères cérébraux. Pr. HECAEN

Mardi 2 Juin 1981

- 9 h - 10h30 : Image opérative et psychologie de la forme. Pr. MOLNAR
- 10h30 - 12 h : Image opérative ou représentation fonctionnelle? A propos de quelques difficultés sémantiques; intérêt pour la conception et l'utilisation d'intermédiaires graphiques. M. VERMERSCH
Mme WEIL FASSINA
- 14 h - 15h30 : Image opérative et problèmes de coordination inter-individuelle dans l'activité collective. M. SAVOYANT
- 15h30 - 17 h : Tout traitement de l'information est opératif. Pr. SPERANDIO

23. 28 Juin 81



DESUP D'ERGONOMIE ET D'ECOLOGIE HUMAINE

Séminaire de Formation 1981

DÉPARTEMENT
ERGONOMIE ET ÉCOLOGIE

L'IMAGE OPERATIVE

Projet de timing (les titres des exposés sont provisoires)

Lundi 1er Juin 1981: 9 à 12 heures - Dr CAZAMIAN: Présentation du séminaire.
Généralités sur l'image opérative.

14 à 17 heures - Pr. HECAEN: Aspects psycho-physiologiques.
La dualité fonctionnelle des hémisphères
cérébraux..

Mardi 2 Juin 1981 : 9 à 10h30 - Pr. MOLNAR: Image opérative et psychologie
de la forme.

10h30 à 12 h - M. LEPLAT: Images mentales et psychologie
cognitive.

14 h à 15h30 - M. LEPLAT: Images mentales et psychologie
cognitive.

15h30 à 17 heures-Pr. SPERANDIO: Images mentales et régulation

Mercredi 3 Juin 1981 :9h à 12 h - M. TALLON: Formes et fonctions. Conception
de l'objet technique et culture industrielle

14 h à 17 heures- M. BOUVIER: Représentation de l'espace.

Judi 4 Juin 1981 : 9 h à 12 h - M. de MONTMOLLIN; Mme LACOSTE: L'analyse
des communications verbales dans le travail.

14 h à 17 heures- M. QUEINNEC: De l'observation des comporte-
ments à l'image opérative.

Vendredi 5 Juin 1981: 9 h à 12 h - Table-ronde sur l'image opérative et les
travaux du Professeur OCHANINE: Professeurs
LE NY, de MONTMOLLIN, SPERANDIO, WISNER.
Modérateur: Dr. CAZAMIAN.

14 h à 17 heures- Discussion générale..

TOUT TRAITEMENT DE L'INFORMATION (PAR L'HOMME)
EST OPERATIF

Pr Jean-Claude SPERANDIO
Groupe de Psychologie Ergonomique

(Résumé)

Les propriétés de l'image opérative, mises en évidence par OCHANINE, ne sont pas propres à l'image. En particulier, si l'intelligence est "naturellement" conformante, la perception est "naturellement" déformante, et certaines de ces déformations sont explicables par l'opérativité du sujet qui perçoit, pour autant que ce sujet soit un "opérateur" c'est-à-dire un sujet qui réalise une tâche réelle qu'il connaît, avec un objectif opérationnel. De même, les processus mnésiques (mémoire), sont "naturellement" des reconstructions lacunaires et déformantes, selon des lois d'organisation opérative. Quant au fonctionnement de l'intelligence, notamment dans les situations de contrainte importante (charge de travail), la régulation des processus de raisonnement manifeste également une structure opérative.

Dans cet exposé, seront présentées des recherches expérimentales de terrain, réalisées en France, qui ont trait à la représentation mentale, à la mémoire opérationnelle, aux raisonnements opératoires, à la perception, etc., et dont la synthèse des résultats valide les positions d'OCHANINE sur les caractéristiques de l'image opérative. Plus qu'une théorie de l'image opérative, c'est en fait une théorie de l'opérativité qu'OCHANINE a construite.



DÉPARTEMENT
ERGONOMIE ET ÉCOLOGIE

SEMINAIRE SUR L'IMAGE OPERATIVE

I Juin au 5 Juin 1981

Alain
Mu
Harmon

L'analyse ergonomique du travail révèle très fréquemment un divorce entre les comportements opératoires prescrits par l'organisation et les comportements réellement pratiqués par les travailleurs. Les premiers répondent à un modèle mécaniste et algorithmique des activités. Les seconds s'inspirent d'une logique heuristique qui est malaisément déchiffrable parce qu'en grande partie inconsciente et non verbalisable.

La méthode des " images opératives " facilite la compréhension de l'heuristique opératoire. Mise au point, à Moscou, par le professeur OCHANINE, elle retient actuellement l'attention de nombreux ergonomes français ayant été en contact avec le regretté collègue qui, au cours des dernières années de sa vie, passées en France, a enseigné dans diverses universités parisiennes (dont celle de Paris 1).

C'est pourquoi, dans le cadre de son D.E.S.U.P. d'Ergonomie et d'Ecologie Humaine, l'Université de Paris 1 a choisi " l'image opérative " pour thème d'un séminaire de formation qui se tiendra à Paris, du 1er Juin au 5 Juin 1981 à l'Université de Paris 1, Centre de Tolbiac, 90 rue de Tolbiac, 75013 PARIS.

Ce séminaire, dont le programme figure en annexe, réunira des chercheurs appartenant aux différentes disciplines concernées. Il sera clôturé par une Table Ronde sur l'image opérative et les travaux du professeur OCHANINE en ce domaine. Un document contenant les traductions françaises des principaux articles de cet auteur sera établi à cette occasion et remis aux participants.

Docteur Pierre CAZAMIAN

35, RUE BROCA
75005 PARIS

TÉL. : 337-71-38

Paris, le 18 mai 1981

COMPTE-RENDU

de la réunion préparatoire à la TABLE RONDE du 5 juin 1981

Destinataires : Professeur LE NY
Professeur de MONTMOLLIN
Professeur SPERANDIO
Professeur WISNER

Le déroulement de la Table Ronde sera le suivant :

- 1°) Note biographique sur le Professeur OCHANINE.
Dr CAZAMIAN (5 minutes)
- 2°) Professeur LE NY (20 à 30 minutes)
 - a) Présentation des articles d'OCHANINE traduits en français et distribués aux assistants.
 - b) L'évolution récente et actuelle de la psychologie soviétique; place d'OCHANINE dans celle-ci.
- 3°) Débats libres portant notamment sur l'impact en FRANCE des travaux d'OCHANINE.
Avec trois axes d'introduction :
 - Formation professionnelle : de MONTMOLLIN
 - Ergonomie de conception : SPERANDIO
 - Rôle du travailleur dans l'amélioration ergonomique des conditions de travail. WISNER.

Un déjeuner amical auquel sont invités Madame OCHANINE et Monsieur Igor OCHANINE suivra la table ronde du vendredi 5 juin.

Docteur P. CAZAMIAN

LA DUALITE FONCTIONNELLE DES

HEMISPHERES CEREBRAUX.

H. HÉCAEN.*

Unité de Recherches Neuropsychologiques et Neurolinguistiques (U. 111) de
l'I.N.S.E.R.M.
Laboratoire de Pathologie du Langage de l'Ecole des Hautes Etudes en Sciences
Sociales (E.H.E.S.S.)
E.R.A. n° 274 au C.N.R.S.
2ter, rue d'Alésia, 75014 PARIS

* Directeur de l'Unité de Recherches Neuropsychologiques et Neurolinguistiques
(U. 111) de l'I.N.S.E.R.M.
Directeur d'Etudes honoraire à l'E.H.E.S.S.

On doit, semble-t-il, attribuer à Marc DAX la première indication, et ceci dès 1836, d'une possible spécialisation d'un des deux hémisphères pour une fonction mentale supérieure. Mais la notion de dominance cérébrale n'est établie véritablement que près de 30 ans plus tard, quelques années à peine après que le principe de localisation corticale fonctionnelle eut été admis. En effet, si dans son mémoire de 1861, Broca localise la faculté du langage articulé au niveau du pied de la troisième circonvolution frontale, quatre ans s'écoulèrent avant qu'il se crut en droit d'affirmer la prévalence de l'hémisphère gauche pour cette faculté. En fait, il se refusait toujours à conférer des attributions différentes aux deux moitiés de l'encéphale. En effet, admettre une différence fonctionnelle entre deux organes pairs et symétriques tels que les hémisphères aurait violé, selon lui, une loi physiologique jusque là sans exception. BROCA mettait en relation cette latéralisation gauche avec la prévalence manuelle droite qui est le fait de la grande majorité des humains. C'est en raison de cette pré-disposition organique qui implique qu'un droitier manuel soit gaucher du cerveau, que cet hémisphère se développe plus précocement et par là devient plus apte à diriger l'exécution et la coordination des actes à la fois intellectuels et musculaires qui constituent le langage articulé. Ainsi, naît l'habitude de parler avec l'hémisphère gauche. Mais il ne s'agit que du langage articulé, car, pour BROCA, la fonction du langage en général appartient aux deux hémisphères. Et BROCA d'ajouter que chez un petit nombre d'individus, la prééminence native des formes motrices de l'hémisphère droit en donnant une prééminence aux fonctions de la main gauche renverse l'ordre des

phénomènes : ces individus seront, à l'inverse du plus grand nombre, droitiers du cerveau.

A partir de ces constatations, on aboutissait plus ou moins implicitement à considérer le cerveau gauche chez le droitier comme l'hémisphère dominant pour toutes les fonctions symboliques. Puis, les travaux de LIEPMANN (1900) sur l'apraxie confirmèrent cette manière de voir en mettant en valeur l'importance de l'hémisphère gauche dans la mise en oeuvre de la fonction gestuelle. Quant aux troubles de la gnosie visuelle, on en inférait la latéralisation lésionnelle gauche à partir de cette proposition, plutôt qu'on ne la déduisait de documents anatomocliniques, l'importance de la latéralisation lésionnelle gauche chez le droitier. On reconnaissait ainsi une fonction exclusive à l'un des hémisphères - dit dominant - en raison des centres spécialisés qu'il possède.

Pendant cette toute première période, seuls deux auteurs l'un très fameux H. JACKSON, l'autre quasi inconnu DUNN, reconnurent une fonction spéciale à l'hémisphère droit.

Ce sont les premières descriptions des troubles de la connaissance du corps (BABINSKI, SCHILDER, PÖTZL...) qui conduisirent à envisager que cet hémisphère peut assumer plus spécifiquement certaines fonctions.

Peu après, dans la période de l'entre-deux-guerres, certains cliniciens tels REICHARDT, LANGE, PÖTZL, DIDE furent frappés par l'importance particulière de l'hémisphère droit dans les fonctions spatiales. Leurs intuitions restèrent en fait isolées; des recherches plus précises n'ont été réalisées que bien ultérieurement avec les travaux anatomocliniques de R. BRAIN (1941), de McFIE et al. (1950), de HECAEN et al. (1951), HECAEN et al. (1956).

Ces premiers travaux rencontrèrent au début, d'ailleurs, de fortes résistances mais de nombreuses recherches ultérieures confirmèrent les premiers résultats. Naturellement, les données nouvelles ainsi recueillies soulevaient d'autres problèmes réclamant à leur tour de nouvelles orientations de recherche facilitées d'ailleurs par les développements techniques.

A la notion de dominance hémisphérique s'est maintenant substituée celle de spécialisation fonctionnelle hémisphérique. Les arguments en faveur de cette transformation sont nombreux et divers et proviennent aussi bien des études anatomocliniques que des analyses du fonctionnement des hémisphères isolés telles qu'elles peuvent être réalisées chez les sujets à cerveau dédoublé (split-brain) que des données recueillies chez les sujets normaux grâce aux méthodes d'écoute dichotique et de présentation tachistoscopique, voire même grâce aux méthodes des potentiels évoqués ou de mesure du flux sanguin régional. Il n'est pas impossible qu'on parvienne à créer des procédés permettant la visualisation in vivo des zones cérébrales mises en activation par une tâche déterminée, grâce à une combinaison de la méthode du Déoxyglucose radioactif de Sokoloff et de la tomographie assistée par ordinateur.

On présentera à grands traits les désordres comportementaux qui peuvent être attribués aux atteintes de l'un ou l'autre hémisphère ou des asymétries perceptives reconnues selon les différents types de matériel. Les résultats peuvent être résumés en une formule dont l'évident schématisme montre l'arbitraire : l'hémisphère gauche sous-tend les fonctions verbales et d'abstraction et/ou de catégorisation, l'hémisphère droit, les fonctions non verbales, perceptivo-spatiales.

A mesure que se précisait les connaissances concernant cette spécialisation, les problèmes ayant trait à sa nature, ainsi qu'à l'interaction des deux hémisphères se posaient de façon différente. L'accord semble se faire actuellement pour admettre que chaque hémisphère traite l'information selon un mode qui lui est propre : l'hémisphère droit selon un mode global et synthétique, l'hémisphère gauche selon un mode analytique et séquentiel.

Ainsi, même pour le langage, n'est-on plus en droit de parler de dominance absolue de l'hémisphère gauche. Il est possible que ce soit le mode analytique de traitement qu'impose l'hémisphère gauche tant sur les entrées sensorielles que sur les réponses motrices qui soit à l'origine de sa prééminence dans le traitement du matériel verbal.

L'hémisphère droit n'est pas dépourvu de capacité verbale, mais cette capacité n'apparaît plus comme l'image affaiblie et en quelque sorte en miroir de celle de l'hémisphère gauche; elle se définit peut-être autant par ses caractères négatifs (absence ou du moins limitation des possibilités d'expression ; incapacité d'analyser un tout phonologique en ses composantes phonétiques ; limitation sévère de la mémoire auditive verbale à court terme ; absence des règles de correspondance entre phonèmes et graphèmes), que par ses caractères positifs (appréhension globale des items verbaux, auditifs ou visuels).

Il faut en outre considérer la dominance hémisphérique non plus d'un point de vue statique et uniquement en termes de structures mais de façon dynamique en tenant compte des conditions susceptibles de la modifier. Selon la nature de la tâche et le biais attentionnel qu'elle crée, selon l'expérience an-

térieure du sujet ou selon les stratégies de résolution qu'il adopte, la dominance est susceptible de se modifier. De nombreuses expériences d'écoute dichotique ou de vision tachistoscopique ont mis en évidence ces possibilités de modifier l'asymétrie perceptive.

De tels faits nous permettent d'envisager les modes de fonctionnement interhémisphérique chez le sujet normal, tout spécialement lors de la réalisation des performances verbales. Plutôt que de compétition entre les hémisphères ou d'inhibition de l'un lors de la mise en activation de l'autre, il est probablement plus rationnel d'envisager une participation conjointe des deux hémisphères, chacun utilisant ses capacités propres, selon les caractères de la tâche ou du stimulus, et peut être à des moments différents de l'exécution de la tâche. Un premier traitement visuel des mots peut être ainsi réalisé sur une base perceptivo-spatiale. Dans nombre d'expériences a été en effet démontrée la supériorité de l'hémisphère droit dans le traitement du matériel verbal sous certaines conditions : juger de la similarité des caractères physiques de lettres ou de leur orientation, appairer un mot avec un autre antérieurement présenté. Le matériel verbal peut donc être traité différemment en fonction de la tâche requise. Un traitement holistique préalable constituerait ainsi un premier stade au cours du processus, complété ultérieurement, si nécessaire, par un traitement de type analytique.

Il est également vraisemblable que l'intégration des différents processus du traitement de l'information soit bénéfique, chaque hémisphère participant aux performances quel que soit le

mode de traitement que celles-ci réclament préférentiellement. DIMOND et BEAUMONT (1974) ont montré à propos de tâches diverses que le niveau de performance était plus élevé lorsque les deux hémisphères s'y trouvaient impliqués que lorsqu'un seul hémisphère intervenait, fut-il le mieux adapté à cette tâche.

L'information parvenant à l'ensemble du cortex subit donc un double traitement, plus rapide, plus précis et plus efficace grâce aux corrections et aux compléments que l'un et l'autre hémisphère peuvent s'apporter mutuellement.

Les capacités particulières de chaque moitié cérébrale sont-elles le propre de l'ensemble de l'hémisphère ou bien dépendent-elles de certaines zones plus ou moins définies sur chacun d'entre eux ? Les recherches anatomiques révèlent qu'une zone de l'hémisphère gauche qui fait partie de l'aire de Wernicke, le planum temporale, est plus large à gauche qu'à droite (GESCHWIND et LEVITSKY, 1968), cette asymétrie étant même peut être le fait d'aires architectoniques particulières (GALABURDA, 1980). Il n'a pas encore été possible de trouver sur l'hémisphère droit une zone particulière plus étendue que sur le gauche et qui traduirait ainsi une capacité fonctionnelle supérieure. Il existe cependant un certain nombre de données en faveur d'une distribution différente des aires fonctionnelles sur l'un et l'autre hémisphère : plus grande focalisation des diverses régions fonctionnelles avec représentations bilatérales du corps à gauche, plus grande diffusion à droite avec en revanche représentation uniquement controlatérale du corps (SEMMES et al. 1960 ; HECAEN et ANGELERGUES, 1963 ; SEMMES, 1965). Si l'on peut, semble-t-il, reconnaître que certaines régions défi-

nies de chaque hémisphère sous-tendent des fonctions spécifiques, il faut noter la participation quoique plus faible, des régions voisines, ce qui permet de postuler l'existence d'un gradient fonctionnel intra-hémisphérique.

Les résultats des stimulations sous corticales semblent par ailleurs démontrer que la spécialisation s'étend jusqu'aux fonctions sous-corticales comme le montrent les effets des stimulations de l'un et l'autre thalamus (OJEMAN et al. 1968, 1971). On peut donc suspecter qu'à côté de la représentation horizontale intrahémisphérique, existe une représentation verticale, les formations sous-corticales intervenant dans la réalisation des performances sous-tendues par les mécanismes nerveux de l'hémisphère avec lequel ces formations sont en rapport.

Il faut aussi s'interroger sur les relations existant entre les fonctions à représentation latéralisée, de caractère instrumental, tel le langage, et les fonctions fondamentales de mémoire et d'apprentissage, d'incitation, d'attention.... qui semblent dépendre de mécanismes bilatéralement organisés.

A partir des nombreuses données actuellement réunies et en prenant comme exemple la fonction du langage, il semble possible de proposer un modèle général d'organisation des mécanismes qui sous-tendent les multiples aspects de cette fonction.

Nous savons que les diverses modalités du langage sont représentées en des régions différentes sur l'hémisphère gauche et qu'en dehors de ces régions, les lésions hémisphériques gauches n'entraînent pas de troubles évidents des performances verbales qui puissent être qualifiés d'aphasiques. Mais nous savons aussi que les déficits entraînés par les lésions exté-

rieures à la zone dite du langage acquièrent une spécificité vis-à-vis du matériel verbal ou du moins du matériel pouvant être analysé séquentiellement. Nous ignorons en revanche si les capacités verbales reconnues maintenant à l'hémisphère droit sont la propriété de l'ensemble de cet hémisphère ou si elles dépendent, comme sur l'hémisphère gauche, de sièges privilégiés pour chaque type de tâche.

Nous sommes conduits ainsi à envisager de façon beaucoup moins rigide la représentation cérébrale du langage. La fonction serait représentée focalement et de façon prépondérante sur l'hémisphère gauche au niveau des classiques zones du langage. Mais les autres parties de cet hémisphère y seraient néanmoins impliquées en ce que les autres fonctions qu'elles sous-tendent s'exprimeraient spécifiquement dans le domaine du langage ; leurs atteintes montreraient des déficits spécifiques pour le matériel verbal. Quant à l'hémisphère droit, il contribuerait aux mécanismes nerveux du langage, soit que le matériel verbal réclame à un stade de son encodage, un traitement holistique de ses qualités sensorielles, soit que sous certaines conditions un tel traitement de l'information même verbale soit plus satisfaisant et plus économique que celui effectué par l'hémisphère dominant.

Les structures sous-corticales de l'hémisphère gauche interfèreraient avec les mécanismes situés dans le cortex sus-jacent d'une manière encore imprécisée peut-être ne serait-ce que pour régler le tempo et le rythme de la parole.

A ce système de représentations non pas dédoublées et en miroir, mais atténuées et différentes, s'intègrent des fonctions qui semblent bien être représentées de façon identique

sur chaque moitié cérébrale et qu'on pourrait nommer fonctions fondamentales : fonctions de mémoire et d'apprentissage, d'attention, d'initiative...

IMAGE OPERATIVE OU REPRESENTATION FONCTIONNELLE ?

I - A PROPOS DE QUELQUES DIFFICULTES SEMANTIQUES

P. VERMERSCH (*)

(*) Chargé de recherche au C.N.R.S.
Laboratoire de Psychologie du Travail
de l'Ecole Pratique des Hautes Etudes
Equipe de Recherche Associée au CNRS
41, rue Gay-Lussac - 75005 PARIS

INTRODUCTION

Le but de cette première partie est d'aborder quelques problèmes sémantiques liés au terme image opérative dans ses rapports avec d'autres théories en usage à l'heure actuelle en psychologie et en particulier en psychologie du travail.

Ces clarifications sémantiques déboucheront sur une proposition de substituer le terme de représentation opérationnelle à celui d'image opérative.

Cette substitution se fera après avoir mis en évidence l'équivalence des deux termes du point de vue de D. OCHANINE. Ce faisant, on ne restera pas seulement sur le plan sémantique mais on conduira la discussion au niveau des référents, c'est-à-dire au niveau des instruments et mécanismes psychologiques que ces termes recouvrent.

RESUME

1 - A propos du terme IMAGE on montrera qu'il recouvre essentiellement chez D. OCHANINE la notion de modèle intériorisé de la réalité, c'est-à-dire une REPRESENTATION.

Or il existe dans la représentation des aspects imagés aussi bien que non imagés.

Dans la mesure où l'aspect imagé au sens strict ne paraît pas explicitement défendu par l'auteur, il paraît plus exact de rendre le terme image, par représentation, le premier étant trop restrictif par rapport au second.

2 - A propos du terme "OPERATIF" : que fait-on avec une représentation ? On s'y réfère, on élabore des raisonnements à partir de cette "carte mentale".

Deux aspects doivent être distingués : d'une part le modèle, la représentation, d'autre part le raisonnement qu'on y applique.

(a) - Dans la théorie opératoire de l'intelligence de J. PIAGET, cette distinction est présente dans la définition des instruments figuratifs et opératifs de l'intelligence.

Or sous le même signifiant "opératif" on a deux concepts complètement différents. Chez PIAGET cela caractérise le type de raisonnement, chez D. OCHANINE le caractère adapté ou non de la représentation, ce que l'on pourrait rendre par "opérationnel".

De plus, l'image au sens strict relève chez PIAGET des aspects figuratifs de l'intelligence, son association avec

RESUME (suite)

Le terme opératif d'un point de vue piagetien paraît très contradictoire et ne peut qu'entretenir la confusion sémantique.

(b) - Si l'on distingue trois temps fonctionnels par rapport à la représentation: c'est-à-dire l'acquisition, son stockage, son utilisation.

- Alors que dans les deux premiers temps la distinction entre représentation et traitement, figuratif et opératif n'est pas facile au niveau empirique,

- dans le troisième temps, l'utilisation, le niveau d'opérativité, c'est-à-dire la qualité du raisonnement n'est pas entièrement dépendant de la qualité de la représentation.

Dans l'analyse des dysfonctionnements de l'opérateur, des causes de difficultés peuvent être imputées à l'inadéquation, l'incomplétude de la représentation (ce que souligne bien les travaux de D. OCHANINE), mais aussi au niveau du raisonnement mis en jeu.

La substitution d'opérationnel à opératif, permettrait d'une part de lever des sources de confusions sémantiques et d'autre part de laisser la place libre à une analyse des niveaux d'opérativité à côté de l'analyse du caractère opérationnel ou non de la représentation.

I. - IMAGE OU REPRESENTATION ?

I.1. - Le concept psychologique le plus large englobant celui d'image est celui de modèle intériorisé de la réalité. Décomposons ce concept :

- Modèle de la réalité . Le terme de modèle est ici pris en un sens faible, qui ne préjuge pas de son caractère complet ou non (même relativement à un point de vue). Il met en évidence le caractère analogique de la relation entre un modèle et la réalité. Le modèle permet la référence à la réalité en son absence, il est une substitution. Il constitue comme le nomme les anglo-saxons une carte mentale ("mental map").

- Intériorisé. Ce qualificatif précise le caractère mental de cette "carte" ou de ce "modèle". Fondamentalement il est justifié par l'apparition vers 15-18 mois de la fonction sémiologique permettant l'évocation d'une réalité en son absence (jeux symboliques, imitation différée...). Fonctionnellement cela soulève trois ensembles de problèmes :

- . l'acquisition de ce modèle, la nature et la forme du processus d'intériorisation,
- . le stockage, c'est-à-dire la mémorisation,
- . l'utilisation.

Le terme psychologique qui recouvre à l'heure actuelle ces différentes aspects est celui de REPRESENTATION.

I.2. - La représentation (ou modèle intériorisé de la réalité)
a-t-elle nécessairement un caractère imagé ?

On posera le problème en deux temps :

- a - d'un point de vue psychologique général,
- b - en référence aux travaux d'OCHANINE.

a - D'un point de vue psychologique général.

- Si l'on part de la définition de l'image⁽¹⁾ comme simili-sensible et donc dominée par les problèmes de figuration, on se heurte à des limites dans la possibilité de se représenter certaines propriétés du réel. Ces limites sont communes au dessin (Image mentale p. 428), elles concernent toutes les propriétés abstraites, ou non spatialisées comme le caractère conditionnel d'une possibilité par exemple ou encore des propriétés négatives. On peut avoir une représentation de propriétés que l'on ne peut figurer (ou difficilement) et donc en avoir une représentation non imagée.

- Par ailleurs, l'image comme l'a montré PIAGET ne permet pas de toucher au continu, comme dans le déroulement d'un mouvement par exemple. Là aussi se développe d'autres formes de représentation.

- Ces autres formes tiennent pour beaucoup à l'existence du codage verbal (DENIS, p. 132) non pas que l'on ne puisse avoir d'image de mots mais plutôt dans le sens où elle n'est

(1) J. PIAGET et B. INHELDER. L'image mentale chez l'enfant. Etude sur le développement des représentations imagées. P.U.F. 1966.
N. DENIS. Les images mentales. P.U.F. 1979. Cet ouvrage donne une bibliographie très importante. Il constitue, en ce qui concerne les images un outil de référence indispensable.

pas nécessaire. Le codage "linguistique" si on l'étend aux formules mathématiques, aux algorithmes ne s'appuie pas nécessairement sur un aspect imagé, même si, quand la possibilité en est offerte (comme dans les arbres logiques figurant spatialement l'ensemble d'une démarche), elle a un effet facilitateur important.

On voit de ces différents exemples que le caractère imagé n'est pas inhérent à la représentation il n'en est qu'un des aspects possibles particulièrement adéquat et commode dans certains domaines.

b - En référence aux travaux de D. OCHANINE

Comme on vient de le voir le terme "imagé" est restrictif par rapport à celui de "représentation". Or il ne nous semble pas qu'OCHANINE ait jamais défendu explicitement le caractère "imagé" de l'image opérative (au sens des définitions données plus haut) et que l'idée essentielle était bien celle de modèle intériorisé assurant un guidage (cf. l'opposition entre image cognitive et image opérative) de l'action du sujet.

Cependant, il faut souligner que les tâches choisies par l'auteur, que ce soit dans l'étude du travail ou dans la simulation expérimentale ont toujours comporté une dominante spatiale concrétisée qui se prête particulièrement bien à une représentation à caractère imagé que le sujet peut extérioriser aisément par un dessin ou un modelage.

Faut-il pour autant restreindre à cette classe de situation un concept qui dans l'esprit de l'auteur la dépasse largement ? Nous pensons que non, et c'est une raison supplémentaire pour substituer le terme de représentation à celui d'image.

II. - "OPERATIVE" OU "OPERATIONNELLE" ?

II.1. - Où il paraît nécessaire de distinguer entre "l'image" et le "raisonnement" sur cette "image"

Que fait-on avec un modèle intériorisé de la réalité, une image, une représentation ?

M. DENIS distingue deux fonctions principales non exclusives :

- on s'y réfère. L'aspect mémorisation est alors essentiel,

- on élabore des raisonnements. On touche ici à ce que G. VERGNAUD⁽¹⁾ a appelé une représentation calculable.

Dans chacune de ces fonctions, se trouvent posées une image et une certaine activité intellectuelle sur cette image. On peut aussi étendre cette distinction à la représentation non imagée.

Comment peut-on situer cette distinction entre le modèle et le calcul s'appliquant dessus, la carte (mentale) et sa lecture.

(1) G. VERGNAUD, 1968, la réponse instrumentale comme solution de problèmes : contribution. Thèse de 3ème cycle.

On procédera suivant deux temps successifs:

1 - La distinction entre figuratif et opératif et la théorie opératoire de l'intelligence.

2 - Statut de cette distinction par rapport aux trois temps fonctionnels : acquisition, stockage, utilisation.

II.2. - La théorie opératoire de l'intelligence de J. PIAGET et la distinction figuratif/opératif.

La théorie opératoire de l'intelligence élaborée par méthode par l'étude de l'ontogenèse distingue deux aspects dans les instruments intellectuels⁽¹⁾

- les instruments figuratifs concernant tout ce qui se rapporte aux configurations, aux états, par opposition aux transformations, qui comprend la perception, l'imitation et l'image mentale,

- les instruments opératifs, relatifs aux transformations et qui se rapport à tout ce qui modifie l'objet depuis l'action jusqu'aux opérations*.

La justification théorique de cette distinction se fonde sur l'analyse de la dynamique de l'interaction du sujet avec l'environnement, comme lui-même dans la dialectique de l'assimilation*/accommodation*.

(1) J. PIAGET - Les praxies chez l'enfant. Revue Neurologique 1960, 102, 6, 551-565. Cet article est le premier où J. PIAGET explicite clairement cette distinction.

* L'astérisque indique que le mot a un sens technique dont la définition est donnée en annexe à la fin du texte.

La théorie postule au point de départ de la genèse de l'intelligence le primat initial de l'assimilation. Ce primat initial fournit "un moteur" à toute la genèse, car tout essai d'assimilation de la réalité se heurte à des limites à des obstacles, d'où une action en retour correctrice qui se traduit chez le sujet par une accommodation des schèmes* assimilateurs.

En conséquence l'accommodation est dès le départ -"par construction"- marqué par le caractère second (dans le temps) de son apparition, et par le caractère passif (relativement à l'assimilation) de son déclenchement et de sa détermination se modelant sur les obstacles.

Les aspects opératifs de l'intelligence vont donc relever du pôle assimilateur (de l'action à l'opération*).

Les aspects figuratifs vont relever eux du pôle accommodateur (perception, imitation, image mentale). Le cas de l'imitation est particulièrement clair puisqu'il s'agit bien pour le sujet de se modeler sur l'exemple extérieur. Mais l'image mentale selon PIAGET dérive aussi de l'imitation intériorisée (PIAGET, Formation du symbole, 1946). Elle est l'instrument figuratif le plus élaboré. Cependant en elle-même, elle comporte de nombreuses limitations, particulièrement évidentes dans le fonctionnement pré-opératoire où elle domine le fonctionnement intellectuel.

Ce fonctionnement pré-opératoire montre que les instruments figuratifs ont un développement limité et ne constituent pas une étape préparatoire des niveaux opératifs les plus élevés (cf. Image mentale p. 442).

C'est seulement quand les instruments opératifs sont élaborés (opérations concrètes et formelles) que les images peuvent devenir anticipatrice et dynamique . Mais seulement dans la mesure où elles restent subordonnées aux opérations* .

En contre partie, dans toutes les situations-problèmes où les raisonnements nécessitent une représentation claire des états intermédiaires (cf. l'exemple des tests de pliage, Image mentale chapitre VI) l'image est facilitatrice et constitue une aide précieuse.

En conclusion

. du point de vue sémantique il y a un inconvénient grave à utiliser le même signifiant "opératif" pour des domaines théoriques distincts. Les termes opératifs, opération ont dans la théorie opératoire de l'intelligence une signification précise qui n'est pas celle auquel se réfère explicitement D. OCHANINE, il paraît regrettable de ce point de vue de le conserver au risque d'introduire des confusions.

. De plus, cette confusion peut être aggravée par la juxtaposition du terme image (relevant des aspects figuratifs) avec le terme opératif en constituant le pôle opposé. Il y a là une difficulté sémantique équivalente aux appellations de matérialisme spirituel, ou d'extrémiste centriste.

Il nous semble que le terme opératif pour qualifier la représentation (pas nécessairement imagée) qu'a étudiée D. OCHANINE, renvoie à la notion d'adéquation, de fonctionnalité, d'adaptation réussie à une tâche qu'à un aspect particulier des fonctionnements intellectuels ; à ce titre qualifier une représentation d'opérationnelle plutôt que d'opérative ne nous paraît pas trahir sa pensée, mais permet d'éviter des confusions.

II.3. - Statut de la distinction entre système de représentation et système de traitement ou aspects figuratifs et opératifs de l'intelligence aux trois temps fonctionnels : acquisition, stockage, utilisation.

Comme nous l'avons vu la distinction entre représentation et traitement n'est pas présenté chez D. OCHANINE ou bien au contraire c'est l'unité fonctionnelle des deux aspects qui l'ont intéressé.

Il est vrai que dans les simulations expérimentales où il a étudié la phase d'acquisition d'une représentation fonctionnelle les deux aspects sont étroitement mêlés, puisque la nature, la qualité de cette représentation sont déterminées par les schèmes d'assimilations (les traitements) mis en jeu par le sujet. Cette activité d'assimilation étant plus ou moins étroitement déterminée par la nature de la tâche et la finalité du sujet. Si empiriquement, il est alors difficile de distinguer les deux aspects, théoriquement on ne peut comprendre la nature et les limites de la représentation qu'à condition d'en connaître le mécanisme de formation. Or sans rentrer ici trop loin dans le détail, ce sont bien les schèmes assimilateurs qui déterminent les propriétés du réel qui sont analysées, retenues, comprises. Autrement dit c'est l'activité du sujet qui est alors déterminante.

Dans la phase d'utilisation la distinction entre représentation et traitement paraît essentielle pour le diagnostic des causes de dysfonctionnement d'un opérateur.

Si il y a dysfonctionnement cela peut être dû à l'existence d'une représentation non fonctionnelle dans la ligne de l'analyse de D. OCHANINE. Mais le caractère non fonctionnel, non adapté, non efficace peut être dû à des causes distinctes.

- Soit que la représentation est inadéquate, et alors le raisonnement du sujet s'effectue sur des bases fausses ou insuffisantes,

- soit que -même si la représentation est adéquate et complète- le sujet au moment de son utilisation ne mette pas en jeu le système de traitement (ou registres de fonctionnement) adéquat.

La correction à apporter à ces deux causes n'est pas la même et la distinction apparaît ici particulièrement importante, A. WEILL-FASSINA la reprendra dans quelques exemples.

CONCLUSION A LA PREMIERE PARTIE

Image opérative ou représentation fonctionnelle ?
Nous avons essayé de mettre en évidence les difficultés sémantiques liées au premier terme, au passage nous avons abordé plusieurs problèmes théoriques que le caractère schématique de ce résumé a certainement simplifié.

Il est probable, que l'habitude déjà acquise par beaucoup de l'usage du terme image opérative n'y fera pas renoncer. Il conservera ainsi sa valeur provocative, ce qui a sa vertu.

ANNEXE - QUELQUES DEFINITIONS :

Assimilation et accommodation (extrait de J.M. DOLLE. Pour comprendre PIAGET, Privat, 1974).

L'adaptation définie par "la conservation et la survie, c'est-à-dire l'équilibre entre l'organisme et le milieu" (N.I. p. 11), prête à confusion, d'où la distinction piagétienne entre adaptation-état et adaptation-processus. Dans l'adaptation-état, rien n'est clair ; mais si l'on suit le processus, on peut dire qu'"il y a adaptation lorsque l'organisme se transforme en fonction du milieu, et que cette variation a pour effet un accroissement des échanges entre le milieu et lui favorables à sa conservation" (N.I., p. 11). C'est pourquoi il convient de dire qu'un ensemble structuré entre en relation avec le milieu. Deux cas sont à considérer 1) des éléments du milieu sont incorporés par l'ensemble structuré qui les transforme en lui-même, 2) le milieu se transforme et l'organisation s'adapte à ce changement en se transformant elle-même. On a là deux processus ou invariants fonctionnels. D'une part "le rapport qui unit les éléments organisés a, b, c, etc... aux éléments du milieu x, y, z, ect... est donc une relation d'assimilation, c'est-à-dire que le fonctionnement de l'organisme ne le détruit pas, mais conserve le cycle d'organisation et coordonne les données du milieu de manière à les incorporer à ce cycle" (N.I. p. 12), d'autre part "supposons (...) que dans le milieu, une variation se produise qui transforme x en x'. Ou bien l'organisme ne

s'adapte pas, et il y a rupture de cycle, ou bien il y a adaptation, ce qui signifie que le cycle s'est modifié en se refermant sur lui-même" (N.I., p. 12). D'une part, assimilation, c'est-à-dire incorporation d'éléments du milieu à la structure, d'autre part modification de cette structure en fonction des modifications du milieu, ou, en d'autres termes, accommodation.

"Si nous appelons accommodation ce résultat des pressions exercées par le milieu extérieur (...), nous pouvons donc dire que l'adaptation est un équilibre entre l'assimilation et l'accommodation" (N.I. p. 12)

Une telle définition convient aussi bien pour l'organisation biologique que pour l'intelligence. Celle-ci est assimilation pour autant qu'elle "incorpore à ses cadres tout le donné de l'expérience". Quelle que soit la forme d'intelligence considérée (sensori-motrice ou réflexive) "dans tous les cas l'adaptation intellectuelle comporte un élément d'assimilation, c'est-à-dire de structuration par incorporation de la réalité extérieure à des formes dues à l'activité du sujet" (N.I. p. 12). Evidemment, l'intelligence est aussi accommodation au milieu et à ses variations. Toutefois, l'assimilation ne peut jamais être pure parce que "en incorporant les éléments nouveaux dans les schèmes antérieurs, l'intelligence modifie sans cesse ces derniers pour les ajouter aux nouvelles données. Mais, inversement, les choses ne sont jamais connues en elles-mêmes, puisque ce travail d'accommodation n'est jamais possible qu'en fonction du processus inverse d'assimilation" (N.I. p. 13).

Ainsi, l'adaptation intellectuelle est une "mise en équilibre progressive entre mécanisme assimilateur et une

accommodation complémentaire" et "l'adaptation n'est achevée que lorsqu'elle aboutit à un système stable, c'est-à-dire lorsqu'il y a équilibre entre l'assimilation et l'accommodation" (N.I. p. 13).

N.I. : Naissance de l'intelligence J. PIAGET, 1936.

Opération, opératoire, opératif.

Le second ou aspect opératif de la pensée "est relatif aux transformations et se rapporte à tout ce qui modifie l'objet à partir de l'action jusqu'aux opérations. Nous appelons opérations les actions intériorisées (ou intériorisables) réversibles (au sens de pouvant se dérouler dans les deux sens et par conséquent de comportant la possibilité d'une action inverse qui annule le résultat de la première) et se coordonnant en structures, dites opératoires, qui présentent des lois de composition caractérisant la structure en sa totalité, en tant que système. Par exemple l'addition est une opération puisqu'elle comporte une inverse (la soustraction) et parce que le système des additions et soustractions comporte des lois de totalité. Les structures opératoires sont, par exemple, les classifications, sériations, correspondances, matrices, la série des nombres, les métriques spatiales, les transformations projectives, etc." (P.P.G. p. 79).

Le terme opératif n'est pas à confondre avec le terme opératoire. En effet, ce qui est figuratif et opératif dans la connaissance, c'est l'aspect ou encore la manière d'appréhender le réel. Ces deux termes désignent donc le mode d'appréhension du réel, alors que opératoire désigne le mécanisme d'appréhension.

Schème

"Nous appellerons schèmes d'actions ce qui, dans une action, est ainsi transposable, généralisable ou différenciable d'une situation à la suivante, autrement dit ce qu'il y a de commun aux diverses répétitions ou applications de la même action. Par exemple, nous parlerons d'un "schème de réunion" pour des conduites comme celle d'un bébé qui entasse des plots, d'un enfant plus âgé qui assemble des objets en cherchant à les classer, et nous retrouverons ce schème en des formes innombrables jusqu'en des opérations logiques telles que la réunion de deux classes (les pères plus les mères = tous les parents, etc.). De même on reconnaîtra des "schèmes d'ordre" dans les conduites les plus disparates, comme d'utiliser certains moyens "avant" d'atteindre le but, de ranger des plots par ordre de grandeur, de construire une série mathématique, etc. D'autres schèmes d'action sont beaucoup moins généraux et n'aboutissent pas à des opérations intériorisées aussi abstraites : par exemple les schèmes de balancer un objet suspendu, de tirer un véhicule, de viser un objectif, etc." (Biologie et connaissance, p. 16).

L'IMAGE MENTALE EST-ELLE TOUJOURS
NECESSAIRE A LA PERCEPTION
VISUELLE ?

F. MOLNAR

"The meaning of the image is a slippery one and no end of the confusion has resulted".

Humphrey.

L'origine de la notion d'image en tant que composante importante de la vie mentale est aussi incertaine que celle de la réflexion sur la connaissance elle-même. Les Grecs l'ont utilisée, les penseurs du siècle de la lumière aussi, mais chez les Anciens elle se confond souvent avec l'idée et quelquefois avec la pensée même. Cette confusion persiste encore aujourd'hui. Un des théoriciens bien connus de la perception de la forme (Attneave 1957), en accord avec un théoricien de la psychophysique moderne (Stevens 1951), affirme que ce qui caractérise le mieux la forme c'est sa résistance à un certain nombre de transformations. On voit mal comment il serait possible de "caractériser" visuellement une classe de chaises ou une seule chaise à travers toutes les transformations produites par les perspectives, par exemple. Il est à remarquer qu'en choisissant la chaise comme exemple, Attneave a simplifié le problème. Les formes signifiantes résistent mieux aux transformations que les formes non signifiantes. Mais sommes-nous sûrs qu'au cours des diverses transformations que la chaise peut subir, ce soit la forme chaise qui reste constante. Il est évident que l'idée platonicienne de la chaise, ou le concept de la chaise, pourraient se définir par le même critère. Or, l'idée n'est pas une image, elle ne s'appuie même pas nécessairement sur les données sensorielles stockées sous formes visuelles.

Il faut constater que les psychologues au cours d'une discussion souvent animée depuis plus d'un siècle n'ont pas réussi à élaborer un consensus ni sur l'existence ni sur l'utilité de l'image mentale. Fechner peut-être, Galton et Binet sûrement, considérèrent l'image, en accord avec les associationnistes, comme élément important du système perceptivo-cognitif. Rassurés par des descriptions verbales, basées sur l'introspection forcément imagée, bien des expérimentalistes étaient prêts à attribuer à l'image mentale une existence réelle.

La violente réaction des behavioristes contre l'introspection a enlevé tout fondement aux arguments associationnistes. En effet, comment Watson, qui a qualifié les réponses verbales comme comportement particulier des cordes vocales, aurait pu accepter l'idée d'une image dans la tête ? Les défenseurs des images ont reçu un secours imprévu du côté philosophico-politique. Si la conscience reflète fidèlement le monde existant, comme le dit la théorie léniniste du reflet, cette réflexion ne peut être que sous forme d'image. Pavlov lui-même entreprit des recherches dans ce sens et insista plusieurs fois au cours

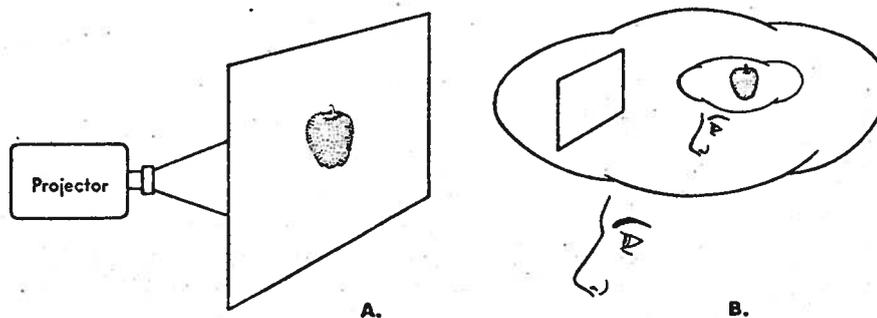
de ses fameux séminaires du mercredi sur l'importance de l'image en tant que régulateur de l'action.

Sous l'influence béhavioriste, la méfiance envers l'image ne cesse pourtant de croître et cette notion sera bientôt exclue du vocabulaire des psychologues pendant plusieurs dizaines d'années.

L'avènement dans les années 50 de ce que l'on pourrait appeler la deuxième révolution américaine, puissamment soutenue par des européens, a changé progressivement cette situation. Dans les deux dernières décennies, les psychologues semblent s'être débarrassés de leur complexe inculqué par les béhavioristes et osent attaquer expérimentalement les problèmes de la cognition. Le nombre de publications sur ce sujet ne cesse d'augmenter. Il est vrai que le terrain fut bien préparé d'une part par l'école de Genève et par les psychologues de New-look des années 1945-1950, d'autre part par les recherches très concrètes sur les hallucinations, sur les images provoquées par l'excitation directe du cortex ou sur les rêves, comme le souligne Blanc-Garin (1974). Les béhavioristes de la deuxième génération ont déjà accepté l'idée d'une recherche sur les processus mentaux, dont l'image. Dès 1948 Tolman admet la possibilité d'une approche cognitive des problèmes psychologiques et Skinner en 1953 parle explicitement de l'image comme vision conditionnée.

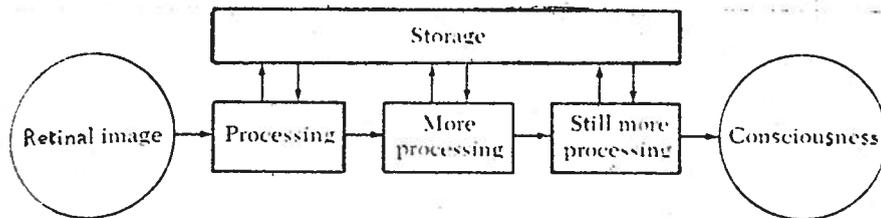
La catégorie des phénomènes étudiés par les psychologues sous l'étiquette d'image est vaste. De l'image mentale au phosphène en passant par l'image onirique, bien des activités mentales peuvent rentrer sous cette appellation sans parler des sujets chers aux psychophysicologistes telle l'image rétinienne ou l'image consécutive. Parmi toutes ces images, il y en a quelques unes dont l'existence même est problématique. Certes, Denis (1979) un des spécialistes de l'image mentale affirme que personne aujourd'hui ne peut prétendre défendre l'existence d'une image réelle dans notre tête : une image mentale dans le sens strict du mot.

Il n'est pas sûr que Denis ait tout à fait raison sur ce point. Il n'y a pas si longtemps qu'Attneave écrivait un article intitulé "A la défense de Homunculus" et Gibson dont nous examinerons plus loin la théorie, se sentait obligé de mener une lutte acharnée contre les défenseurs de l'idée selon laquelle un petit bonhomme dans notre tête contemple l'image rétinienne. Un autre auteur, peu suspect d'introspectionnisme, Hochberg (1978), illustre son explication de la célèbre expérience de Perky (répétée plus tard par Segal et Fusella) par un dessin représentant l'image du stimulus dans la tête du sujet.



Il ne s'agit, évidemment, que d'un schéma didactique.

Paivio décrit l'image mentale, non pas comme la représentation photographique du stimulus dans le cerveau, non pas comme une sorte de cliché gardé passivement dans la tête du sujet, mais comme le résultat d'une série de transformations opérées sur l'information perceptive et schématisant les traits caractéristiques principaux du stimulus. Ce type de définition est caricaturé par Neisser (1976) à l'aide du diagramme suivant.



Il faut bien avouer que ce schéma, que certains voudraient ériger en modèle, ne nous enseigne pas grand-chose. La critique pertinente de Neisser, relative à l'image mentale, n'est pas la seule avancée et la réponse de Paivio (1977) à la critique de Pylyshyn (1973) ne règle pas tous les problèmes.

Les résultats d'une série d'expériences sur la rotation de l'image mentale, montrent que le temps nécessaire pour reconnaître que l'image d'un objet non signifiant en trois dimensions, qui subit une rotation spatiale est identique ou non à son modèle, est une fonction monotone et souvent linéaire de l'angle de rotation (Shepard et Metzler 1971).

Loin de moi l'idée de douter de la validité de ces résultats ou de minimiser leur intérêt, d'autant plus que dans une expérience en collaboration avec F. Breton et C. Batte, nous sommes entrain d'obtenir des résultats assez semblables. Si nous présentons simultanément deux objets semblables à ceux de Shepard qui subissent des rotations spatiales plus ou moins grandes, l'un par rapport à l'autre, nous constatons que le temps de décision dépend effectivement de l'angle de rotation. De plus, les sujets interrogés post-expérimentalement répondent que pour exécuter la tâche ils ont essayé de superposer une image sur l'autre par une rotation imaginée. Si on demande cependant aux sujets de compter le nombre d'éléments constituant l'objet sur l'image mentale, ils sont incapables de répondre avec précision. (Il y a 40 ans, Sartre constatait déjà que nous ne pouvions pas compter les colonnes du Panthéon sur l'image mentale). La situation change lorsque le protocole expérimental exige une présentation successive des deux images, par tachistoscope. Le tableau I montre les résultats provisoires d'une expérience au cours de laquelle les deux images sont présentées successivement en tachistoscope pendant 100 ms.

Tableau I

Temps moyen des réponses devant les images d'objets subissant une rotation spatiale.

Rotation	45°	90°	135°	180°
Temps en ms	1310	2115	1655	2035

On constate aisément que les réponses sont encore fonction de l'angle de rotation, mais elles ne sont plus ni linéaires ni monotones. Deux images subissant une rotation de 135° sont plus faciles à identifier que celles qui n'avaient tourné que de 90°. De plus, les sujets ne sont pas conscients d'effectuer une rotation mentale comme le faisaient les sujets à l'occasion de la présentation simultanée. Des théoriciens ont accumulé toute une série de résultats expérimentaux qui plaident en faveur de l'existence d'une image mentale. Ces résultats sont solides, les méthodologies irréprochables, mais l'interprétation des résultats obtenus reste toujours hypothétique. Metzler (1977), un des co-auteurs des expériences de Shepard sur les rotations des images mentales, propose quatre hypothèses pour expliquer leurs résultats :

- "I. One in which the subject generates a rotationally invariant structural code for each of the two objects independently and then compares these codes for a match or mismatch ;
- II. One in which the subject compares the two objects, feature by feature, ultimately determining whether or not all of the corresponding features of the two objects result in a suitable match ;
- III. An operation requiring the subject to solve a series of equations, for exemple : before determining the congruence or noncongruence of the pair ; or, perhaps,
- IV. One requiring a search process that becomes progressively more difficult as the difference in portrayed orientation increases" (pp 5-6).

On constate que dans les explications alternatives proposées par un des co-auteurs de la théorie de la rotation de l'image mentale, ni la rotation, ni l'image mentale ne jouent un rôle prépondérant.

Il est légitime, dans ces conditions, de poser la question : l'introduction de cette image hypothétique facilite-t-elle ou ne facilite-t-elle pas la compréhension du mécanisme perceptif ?

L'examen du problème de l'image devrait logiquement commencer par l'étude de l'image rétinienne. Or, non seulement certains auteurs nient l'utilité de l'image rétinienne dans le traitement de l'information visuelle, mais peut-être, son existence même. C'est Berkeley qui, dans son célèbre ouvrage "The new theory of vision", a introduit l'idée du décodage de l'image de l'environnement projeté sur la rétine. D'une façon tout à fait naturelle, il a fondé son analyse sur la géométrie euclidienne, seul système géométrique connu à cette époque. Helmholtz, fait surprenant, accepte l'idée de Berkeley sans se poser la moindre question sur la nature de cette affirmation et continue de développer la même théorie. Gibson (1979) refuse non seulement la géométrie euclidienne du traitement de l'image visuelle mais aussi l'image réti-

nième. Il parle de "cette soi-disant image rétinienne" dont le rôle est sans importance pour la vision. Il existe bien des animaux sans rétine, dit-il, pourvus pourtant d'une excellente vision. Selon Gibson, le mot image devrait être réservé à l'image produite par les dessinateurs, par les artistes, ou plus généralement aux objets matériels délimités dans le champ visuel. La plupart des images produites par des instruments optiques sont des fictions et non des choses. L'image rétinienne, affirme Gibson, est encore une fiction. Elle n'est pas un tableau. L'erreur de Newton selon laquelle l'image du monde extérieur est "dépeinte" sur l'arrière de l'oeil persiste encore aujourd'hui. La fallacieuse supposition selon laquelle l'oeil est un enregistreur de l'image n'était que rarement remise en question par les physiiciens et par les physiologistes. Ceci, affirme Gibson, provoque des confusions chez les psychologues. Ils continuent de parler d'image consécutive, d'image de mémoire, d'image mentale, etc... qui sont des extensions sémantiques illégitimes du mot originel. Cette confusion permet aux psychologues de parler du stockage de l'image dans une mémoire à long terme.

Certes, Gibson a raison d'insister, comme le faisait Y. Legrand, sur le fait que l'image rétinienne n'est pas conçue pour être vue. Elle existe cependant en tant qu'image "délimitée bien concrète" sur une surface. Elle a été vue réellement pour la première fois en tant qu'image à la fin du XVème siècle par l'italien Aronzo qui a découpé, avant Descartes, les parois d'un oeil animal afin de contrôler l'existence de l'image postulée bien avant lui. Cette image évidemment n'est pas pour être vue, elle ne sert la vision qu'indirectement. Les physiologistes attachent néanmoins une grande importance à la qualité optique médiocre d'ailleurs de cette image. En effet, les physiologistes et les neurophysiologistes ont démontré d'une façon convaincante que la perception visuelle, ou plus exactement, le traitement de l'information visuelle, commence sur la rétine. A la lumière des recherches de ces deux dernières décennies, concernant le rôle de la fréquence spatiale dans la perception visuelle et dans la perception du contraste, on peut être certain que la fonction de modulation du transfert du système optique de l'oeil a une importance considérable pour la vision.

Un large accord s'établit également sur le fait que l'information de l'environnement est collectée (picked up) activement par voie sensorielle. La discussion tourne autour des modalités de cette collecte. Gibson, Boynton, Hochberg imaginent chacun un mécanisme différent. Il est bien difficile de concevoir que la collecte soit effectuée directement (sans tenir compte de l'image rétinienne) de l'environnement, comme le propose Gibson dans son ouvrage "The ecological approach to visual perception" (1979). Certes, l'environnement contient un nombre d'informations largement supérieur à celui nécessaire à la perception mais cette information (en ce qui concerne la vision) doit nécessairement passer non seulement par la rétine mais aussi sous forme d'image, même si celle-ci n'est pas destinée à être regardée. Il est aujourd'hui généralement admis, suivant la proposition de Gibson, que la variation de texture des diverses surfaces de l'environnement intervient pour une part importante dans la perception de la troisième dimension. Mais sans une certaine qualité de l'image rétinienne, il serait impossible de percevoir les variations subtiles des diverses textures. Julesz a démontré le rôle de la distribution statistique

de second ordre (bipole statistique) dans la perception de la texture. Or, la statistique de second ordre, du moins pour les textures en noir et blanc, est identique à la fonction de l'autocorrélation, qui elle-même est en relation étroite avec la composition spectrale du phénomène visuel, donc de l'analyse de Fourier. Quand on connaît le rôle que les divers analyseurs de fréquences spatiales jouent dans le traitement de l'information sensorielle, il est difficile de nier l'importance de l'image rétinienne dans la perception.

Mais les défenseurs de l'image ne placent pas leur discours à ce niveau, ils ne parlent ni d'image rétinienne ni d'image consécutive ni d'image de nature physiologique. Ils veulent poursuivre le débat à un niveau strictement psychologique.

Selon une tradition implicitement admise par la communauté scientifique (bien que rarement explicitée), l'objet de la psychologie de la perception se situe sur deux plans distincts :

- étude des sensations élémentaires,
- étude de phénomènes plus complexes élaborés à des niveaux supérieurs.

Les spécialistes de chacun de ces domaines, tout en admettant la légitimité de l'autre type de recherche, se sont refusés à franchir les frontières de leur spécialité.

Le ton était donné par Helmholtz : ... "Nous ne considérons pas la description de ces activités psychiques, écrivait-il, comme l'essentiel de notre travail, parce que nous pourrions difficilement rester sur le seul terrain des faits certains et sur une méthode basée sur des principes évidents et universellement reconnus". Ce doute, de la part d'un physiologiste, dans la partie la plus psychologique de la psychologie, entraîna rapidement une réponse des psychologues d'un autre bord, tels ceux de Würzburg qui se mirent à étudier des faits psychiques comme l'"Einstellung", l'"Aufgabe" et bientôt sous l'influence de Husserle, "le phénomène". D'ailleurs, Helmholtz lui-même abandonnait dans une certaine mesure ses principes en introduisant dans sa théorie la fameuse "induction inconsciente". Le point de vue intransigeant du physiologiste a été soutenu par un mouvement psychologique important. La révolution behavioriste américaine a refusé d'admettre l'existence, et à fortiori, d'étudier les divers phénomènes mentaux traités par les chercheurs d'obédience introspectionniste.

Il semble que cette attitude, quelque peu sectaire, soit dépassée. Aujourd'hui la plupart des psychologues et des physiologistes admettent l'utilité de travailler en collaboration. Le physiologiste Young affirme avec force que sa discipline a besoin de psychologues pour signaler les faits comportementaux dont il faut chercher le mécanisme et les psychologues ont besoin des physiologistes pour expliquer les mécanismes des faits observés. Les psychologues ne pouvaient se détourner des phénomènes psychiques dont l'existence était ressentie et constatée par tous à chaque instant. Ils ne pouvaient pas nier en bloc l'existence de tous les phénomènes mentaux et se cantonner éternellement au seul schéma S → R. Les psychologues ont été obligés d'abandonner progressivement leur position intransigeante. Les behavioristes de la deuxième génération commencèrent à introduire entre le S et le R quelques éléments dont Watson aurait sans doute refusé l'

existence. Ils postulèrent, timidement d'abord, quelques phénomènes entre l'entrée sensorielle et la réponse, puis plus tard et sans hésitation, toute une série de variables hypothétiques dont l'existence était suggérée par des résultats expérimentaux et par une réflexion analytique.

Vers 1940, Hull mit au point un système, une construction de variables intermédiaires, interconnectées et cela grâce à la méthode hypothético-déductive, méthode qui a fait ses preuves dans bien d'autres sciences. Il ne semble pas que l'image soit parmi les 178 propositions avancées par Hull, à insérer entre le stimulus et la réponse. L'image mentale n'est pas une véritable variable intermédiaire, elle n'est pas une "hypothetical construct".

L'origine de cette variable, dont l'existence semble être confirmée par quelques expériences de psychologues cognitifs, remonte sans doute plus loin que Tolman ou Skinner. L'image que l'on qualifie souvent de mentale pour la distinguer des images dont l'existence pourrait être justifiée sur le plan physiologique, figure dans la littérature sous divers chapitres et désigne souvent des processus différents.

On pourrait résumer la position des défenseurs de l'image en prenant le risque de défigurer la vérité par excès de simplification de la manière suivante.

La psychologie structuraliste, pour ne pas utiliser le terme plus péjoratif d'atomiste, postule que la perception du monde se fait à partir d'éléments de l'environnement qu'un mécanisme perceptif est susceptible de collecter. Afin de juxtaposer ces parcelles d'information en ordre correct, il est nécessaire de posséder un guide, un plan, une sorte de schéma qui permet d'effectuer le travail d'unification. Il est commode de postuler que ce guide est l'image même de l'objet à reconnaître, gardée dans une mémoire visuelle à long terme. En se référant à la théorie de Paivio, déjà citée, on peut avancer l'hypothèse selon laquelle l'objet est codé sous forme visuelle et stocké comme tel dans la mémoire. L'existence de la mémoire visuelle et son utilité dans le traitement de l'information ont été démontrées par une série d'expériences célèbres de Sperling (1960), souvent refaites depuis.

Il est difficile de ne pas reconnaître dans ce double mécanisme, soutenu encore aujourd'hui dans une publication récemment rééditée (Hochberg, 1978), le vieux concept dualiste de la philosophie ancienne. La rupture catégorique entre le niveau inférieur (sensoriel) et le niveau supérieur (cognitif ou psychique) de la perception reflètent fidèlement l'ancien concept philosophique de la séparation du corps et de l'âme que l'on retrouve encore en filigranes dans les discussions entre Helmholtz et Wundt, entre les idéalistes allemands et les pragmatistes américains. Rien ne nous autorise cependant à fixer une limite entre les différentes étapes du traitement de l'information sensorielle. La perception visuelle commence sur la rétine, ou même avant, puisque la direction du faisceau de lumière est déjà un composant important de l'information visuelle. Avant d'atteindre la rétine, la lumière doit traverser le milieu transparent, le système dioptrique de l'oeil, comme nous l'avons dit plus haut, où elle sera modulée. C'est à partir de l'image modulée que la collecte de l'information commence. Elle sera traitée ensuite par les différentes couches rétinienne, par les cellules ganglionnaires, par les corps genouillés

latéraux, par les cellules du cortex visuel des aires 17, 18, 19 et sûrement d'autres encore. Le traitement est de même nature à tous les niveaux. Il serait très difficile de montrer à quel niveau intervient une rupture d'une importance telle qu'elle justifie de parler d'un changement de qualité dans le traitement de l'information. Les découvertes neurophysiologiques de ces trente dernières années, nous montrent que le traitement de l'information visuelle peut aller très loin en utilisant exclusivement des mécanismes dont le fonctionnement neurophysiologique est désormais assez bien connu. Depuis que Lettvin a montré qu'une cellule était capable de répondre sélectivement devant une forme concave ou convexe, depuis que Hubel et Wiesel ont décrit des champs récepteurs de cellules corticales répondant à certaine forme précise de stimulation, nous devons rectifier notre conception dualiste de l'origine de la perception de la forme.

La théorie moderne de la perception, pour éviter ce dualisme, parle de préférence de stade précoce (early state) de la perception. Mais ce stade précoce va très loin et englobe non seulement les traitements locaux des phénomènes élémentaires, mais aussi la perception de la texture, celle de l'espace et l'identification. En somme, dans l'esprit de Marr et Julesz le "early state" embrasse tous les phénomènes que Fraisse (1956) proposait de décrire naguère en termes physiologiques et en termes de comportement. En éliminant le dualisme gênant, toutes les difficultés ne sont pas surmontées pour autant.

Il faut admettre que l'existence de l'image mentale est une facilité: l'image comme "Deus ex machina" est là, bien des problèmes sont résolus. Il existe cependant un grave danger car les réponses momentanément satisfaisantes peuvent se révéler erronées par la suite.

Dans un article récent, Julesz (1980) attire l'attention sur le fait que le théorie d'Osgood portant sur l'effet consécutif de la forme, pourtant très en vogue au moment de sa parution, a été mise en échec un an plus tard par la découverte d'un mécanisme neurophysiologique par Kuffler et Barlow.

Nous avons vu précédemment que les résultats de l'expérience de Shepard sur les rotations des images mentales, ne sont pas entièrement satisfaisantes. Il subsiste quelques doutes, même dans le cas où la corrélation entre le temps de réponse des sujets et la grandeur de l'angle qu'il faut parcourir mentalement pour que les deux images coïncident, sont parfaites. Il est difficile de croire que l'on puisse tourner une image mentalement avec précision, lorsque tout le monde s'accorde sur le fait que l'image mentale manque de précision. L'ancienne collaboratrice de Shepard propose, comme nous l'avons vu, quatre autres hypothèses pour expliquer leurs résultats expérimentaux. Il y en a certainement d'autres. L'image d'un écran cathodique piloté par ordinateur, n'est pas stockée sous forme d'image. Les mémoires d'un ordinateur ne renferment pas une image, mais des charges électriques. Cependant on peut rappeler sur l'écran toute image quasi instantanément à condition qu'elle ait été introduite préalablement dans les mémoires de l'ordinateur par un programme qui est un processus descriptif. Loin de moi l'idée de vouloir réduire le cerveau humain à un ordinateur bien que certains l'aient fait avec succès. Le mécanisme neurophysiologique du cerveau de l'homme est radicalement différent de l'organe central d'un ordinateur. Nous sommes cependant obligés d'admettre qu'au niveau de la "sortie" il existe quelques

ressemblances. Un ordinateur bien programmé sera parfaitement capable d'exécuter la consigne donnée au sujet par Shepard. Un des algorithmes pour exécuter cette tâche serait effectivement de tourner l'image jusqu'au moment où les deux images, le modèle et la copie transformée, coïncident. Le temps nécessaire à l'ordinateur pour exécuter le programme sera proportionnel à la grandeur de la différence de l'angle entre les deux images. La correspondance n'est pas fortuite. Bon informaticien, Shepard aurait pu s'inspirer pour son hypothèse du fonctionnement de la machine.

Nous avons dit qu'il est parfois commode, sinon pour expliquer, tout au moins pour exposer les résultats expérimentaux, de recourir à la métaphore image : c'est commode, mais est-ce toujours nécessaire ? Dans un article bien connu (1972, traduit à l'occasion d'un colloque et dont il faut féliciter les organisateurs), Ochanine et Morossanova relatent les résultats d'une expérience concernant l'apprentissage d'élèves pilotes d'avion poursuivant une cible en mouvement. Les sujets suivant un point qui se déplace sinusoïdalement sur un écran cathodique à l'aide d'un "manche à balai" de commande d'avion bien connu. Ochanine explique les bons résultats obtenus par l'existence de l'image opérante de la cible que les sujets forment au cours de l'apprentissage. L'expérience décrite, au moins en ce qui concerne sa première partie, ressemble à des expériences classiques de coordination sensori-motrice et dans une certaine mesure à celles de la poursuite visuelle. Or, les mouvements de poursuite des yeux, (le pistage visuel) ont été souvent étudiés et le mécanisme est assez bien connu à présent. Nous avons des modèles qui décrivent la poursuite avec une précision acceptable. La figure 2 représente le modèle proposé par Young.

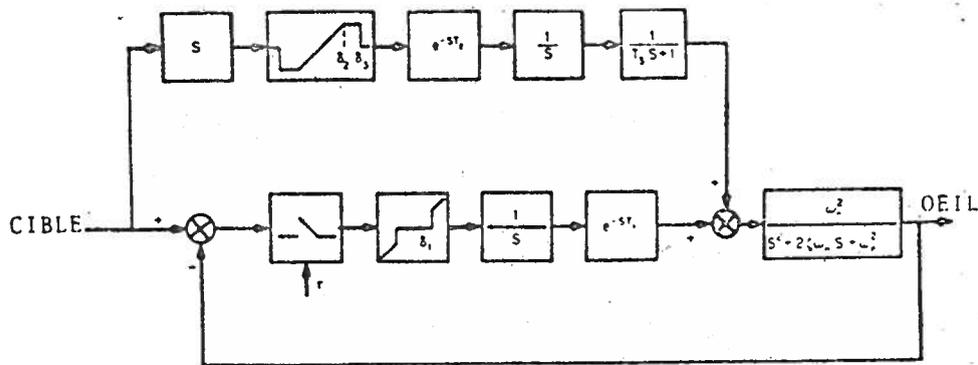


Fig. 2.— Modèle de Young, Forster et Van Houtte (1968). Le système de poursuite correspond à la dérivation supérieure. Il comprend un différentiateur (S), et un intégrateur ($\frac{1}{S}$).

La plupart des auteurs admettent maintenant avec Mialet (Mialet et Pichot, 1980) que le signal qui contrôle le système de poursuite n'est pas seulement un signal externe tel que la vitesse rétinienne de la cible. A ce signal, il faut ajouter un signal interne que l'on pense pouvoir identifier comme la décharge corollaire qui permet de recréer la vitesse perçue. Ainsi, il n'y a dans ce modèle aucune place pour l'image mentale. Ce qui guide la poursuite, c'est la différence entre la vitesse de la cible sur la rétine et la vitesse de la rétine en mouvement solidaire avec le globe oculaire pendant la poursuite. Si la différence est nulle, la poursuite est parfaite ; si elle

existe, il faut la modifier en déplaçant le regard par un mouvement plus rapide, par une saccade. Dans la figure 3 est représenté plus complètement le modèle de poursuite oculaire proposé par Mialet.

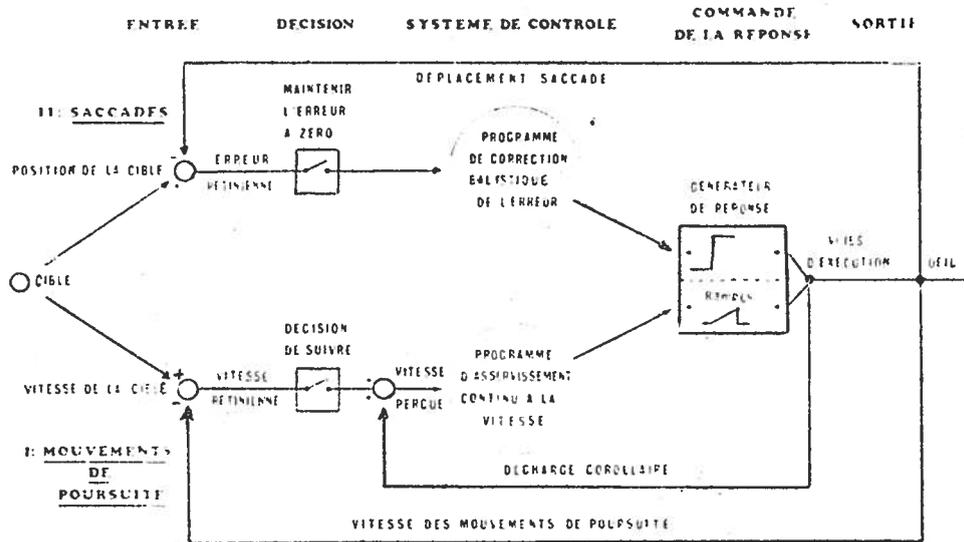


Fig. 3 — Schéma général de la poursuite, réunissant les deux systèmes qui y sont impliqués : saccades, mouvements de poursuite.

On constate à nouveau que ni la commande des mouvements lents, mouvements de poursuite, ni les mouvements rapides, saccades, ne nécessitent à aucun moment l'intervention de l'image mentale.

Certes, dans l'expérience d'Ochanine, l'image opérante ne joue un rôle important que dans la deuxième partie, à partir du moment où les cibles cachées par les nuages ne sont plus visibles. Pourrait-on expliquer les résultats d'Ochanine sans recourir à l'image mentale ?

Nous avons exécuté avec Darakis une série d'expériences concernant les mouvements des yeux après disparition du stimulus. Nous présentions aux sujets des stimuli composés de 6 points de qualité chromatique bien définie colorimétriquement. La répartition des points était aléatoire tout en tenant compte de l'hétérogénéité de la rétine par rapport à la couleur. Après la disparition du stimulus présenté un court instant, tous les sujets continuaient l'exploration. Il existait toujours au moins deux, mais souvent trois ou quatre fixations et parfois davantage. Le tableau suivant montre les résultats obtenus pendant et après la stimulation.

Tableau II

Fréquences moyennes de fixation en présence et en absence de stimulus.

Couleur	O	R	J	B	V	Vi
Stimulus présent	36	32	22	19	16	14
Stimulus absent	20	22	15	15	12	10

En regardant le tableau, on constate que les deux types d'exploration ne diffèrent pas fondamentalement. L'ordre de la fréquence de fixation est à une inversion près, identique dans les deux modalités, le nombre de fixations est comparable pour chaque couleur. Cela est vrai aussi en ce qui concerne la durée de fixation qui ne figure pas dans le tableau. En regardant de plus près les résultats, on remarque que la précision des visées diminue dans l'exploration sans stimulus au fur et à mesure qu'elle se prolonge. Les premières fixations sont aussi précises que les fixations en présence de la stimulation. Cette précision se perd cependant à partir de la cinquième fixation à vide (si elle existe) et il devient difficile d'identifier la cible visée.

Il serait, évidemment, assez commode, pour expliquer ces résultats, de postuler l'existence d'une image mentale et d'admettre que les sujets continuent à explorer cette image. Mais l'introduction de l'image mentale ne fait que repousser le problème. Alors que l'on connaît assez bien le fonctionnement du mécanisme oculo-moteur face à un stimulus physique, on ne sait pas comment s'effectuent les fixations sur une "image mentale". Le réflexe de fixation est sans doute déclenché par un ensemble de cellules rétinienne excitées par des stimulus extérieurs ; mais qu'est-ce qui déclenche le mouvement des yeux en absence de stimulation ?

On pourrait expliquer les fixations relativement précises sur les endroits où il y avait une stimulation par un hypothétique scanning rapide d'une mémoire tampon, d'une mémoire à court terme où les excitations antérieures auraient pu être stockées pour une durée limitée. L'hypothèse du scanning proposée par Sternberg (1966) semble être acceptée, au moins partiellement par bien des psychologues, tel Hochberg (1978) ou Neisser (1966). Ces auteurs insistent cependant sur le fait que l'hypothèse du balayage ne signifie pas nécessairement un traitement sériel du stimulus. Neisser (1966) montre que des mots ou des ensembles de signes peuvent être traités en parallèle. La théorie de Sternberg n'exclut d'ailleurs pas l'hypothèse de l'image mentale. Dans la mémoire à court terme le stimulus peut être stocké sous forme d'image. La théorie est, en effet, très discrète concernant l'emplacement et le fonctionnement physiologique de la mémoire postulée. Si le stimulus visuel est gardé en mémoire sous forme d'image, il devrait être possible d'étudier la mémoire ou au moins la nature de l'image mentale par les mouvements des yeux. Les nombreuses expériences effectuées dans ce domaine n'ont pas apporté les résultats escomptés. Certes, si l'on demande à un sujet d'évoquer un match de tennis, il y a une forte probabilité pour qu'il bouge les yeux, comme il les bouge souvent lorsqu'il s'agit d'images eidétiques. D'autres expériences donnent des résultats qui sont en contradiction avec nos connaissances concernant des mécanismes de l'exploration visuelle. Du reste, personne n'a jamais nié la possibilité de former une image mentale en faisant un effort plus ou moins grand. Une fois l'image obtenue, il se peut que les yeux cherchent à l'explorer. On peut par contre affirmer que l'image mentale est floue, peu précise. On peut aussi mettre en doute sa spontanéité.

Quoi qu'il en soit, l'hypothèse du scanning d'une mémoire à court terme ne peut expliquer ni nos résultats expérimentaux ni ceux d'Ochanine. En dépit de l'adjectif rapide, le scanning est trop lent. Sternberg admet une vitesse de 30 ms. par lettres, lorsqu'il s'agit du balayage d'un texte. D'autres chercheurs réduisent cette durée à

10 ms. mais même dans ce cas, le balayage de la totalité du champ visuel prendrait bien trop de temps.

Un autre type de scanning hypothétique de nature physiologique a été postulé par Lashley, plus tard par Pitts et McCulloch, repris ensuite par Allport et bien d'autres.

Admettre l'existence de ce balayage ultra rapide du cortex est considéré comme une hypothèse plus forte que celle du scanning de la mémoire formulée par les psychologues cognitivistes. D'ailleurs cette hypothèse n'est pas très populaire ni dans le milieu des psychologues, où on la considère comme du réductionnisme, ni dans les milieux des physiologues où on lui reproche son caractère trop abstrait. Ce balayage, dont le fonctionnement hypothétique ne peut pas être décrit ici (il n'a jamais été formulé avec une précision suffisante) prend comme modèle celui d'une caméra de la vidéo. Dans les normes françaises de la télévision (819 lignes, noir et blanc), une image complète se forme chaque 20 ms. Ce type de balayage régulier de la rétine ou mieux encore, sa projection corticale est suffisamment rapide pour expliquer bien des aspects de la perception visuelle. Hélas la vitesse de propagation des ondes bio-électriques n'est pas aussi grande que la propagation du courant électrique.

Plusieurs arguments découlant de nos résultats expérimentaux cités plus haut pourraient pourtant soutenir l'hypothèse du scanning ultra-rapide du cortex visuel. Nous n'en évoquerons qu'un seul. Contrairement à notre prévision, les fixations en l'absence de stimulations, donc sans entrée sensorielle, étaient d'une durée bien plus longue que les fixations en présence de stimulus. Or un calcul probabiliste élémentaire montre que si l'exploration d'une aire par un balayage régulier nécessite un temps t , la détection d'un point quelconque situé au hasard de cette aire prendra moyennement un temps $t/2$.

Autrement dit, l'exploration exhaustive d'une surface vide par balayage régulier est plus longue que la découverte d'un point quelconque de cette surface. Or dans l'expérience en question le temps de fixation du regard en l'absence du stimulus était souvent plus que le double de celui passé en présence du stimulus. On pourrait alors admettre qu'un dispositif balaye la surface totale du champ visuel. Ne trouvant pas de zones dont l'excitation dépasse un niveau moyen dû à l'activité spontanée des neurones, il recommence à balayer. Le regard sera alors porté vers des endroits déjà fixés, dont les traces sont gardées par un mécanisme neurophysiologique au niveau cellulaire.

Le mécanisme du scanning ultra-rapide n'est pas le seul "candidat" pour expliquer les fixations en l'absence d'entrée sensorielle sans intervention de l'image mentale. Nous ne pouvons pas les examiner tous, nous n'en mentionnons que quelques uns.

- Théorie de l'auto-corrélation. Cette théorie postule un calcul complexe à partir des éléments de l'entrée sensorielle décrits par leurs coordonnées spatiales. L'auto-corrélation d'un phénomène calculé permettrait ensuite de déterminer les points de fixation sur un objet même dans le cas où cet objet serait caché pendant une courte période, comme c'est le cas dans l'expérience d'Ochanine.

- Modèle holographique. Il est bien connu qu'en utilisant la lumière cohérente il est possible d'obtenir des clichés photographiques capa-

bles de garder en "mémoire" une image ou plusieurs images sans les interférer et de les restituer éventuellement, même à partir de fragments en trois dimensions. Ce type de stockage pourrait servir alors de modèle à la mémoire humaine.

- "Feedback-mediated" modèle hiérarchique. Ce modèle postule une rétroaction des mouvements oculaires sur le cortex visuel dont les traces pourraient être gardées dans une mémoire.

- Théorie du codage neural spatio-temporel. Cette théorie suppose des réseaux de neurones branchés sur un seul câble commun qui émet un double signal : le premier au moment de l'excitation, le second lorsque l'excitation qui se propage au long du réseau arrive aux neurones déjà excités. Les mouvements des yeux, en absence du stimulus, pourraient être basés sur ces signaux.

Il est évident que l'on ne peut accepter aucun de ces modèles à l'état actuel de nos connaissances.

Une démarche scientifique précise devrait s'efforcer de décrire tous les mécanismes hypothétiques susceptibles d'expliquer le traitement d'informations visuelles en fonction de la trace du monde visuel. Il faudrait ensuite, comme le fait Grégory (1974) à propos d'un autre problème, établir le score de tous ces "candidats". C'est seulement après cela que l'on pourrait trancher en faveur d'un d'entre eux. Il se pourrait alors que l'on s'aperçoive, à la lumière d'une théorie générale de la perception, que toutes ces discussions étaient inutiles. La forme de stockage des informations visuelles n'aura pas plus d'importance sur la théorie que l'utilisation des chiffres romains ou arabes sur l'addition. Mais en attendant, un concept erroné pourrait conduire la recherche dans une direction sans issue.

BIBLIOGRAPHIE

- ATTNEAVE, F., Physical determinants of the judged complexity of shapes, *J. exp. Psychol.*, 1957, 53, 221-227.
- BLANC-GARIN, J., Recherches récentes sur l'image mentale : le rôle dans le processus du traitement perceptif et cognitif, *Année psychol.*, 1974, 74, 533-564.
- DENIS, M., *Les images mentales*, Paris, P.U.F., 1979.
- FRAISSE, P., *Psychologie du temps*, Paris, P.U.F., 1951.
- GIBSON, J.J., *The ecological approach to visual perception*, Boston, Houghton-Mufflin, 1979.
- GREGORY, R.L., Choosing a paradigm for perception, in : E.C. Cartwright et M.P. Friedman (Eds), *Handbook of perception*, vol. 1, New York, Ac. Press, 1974.
- HOCHBERG, J.E., *Perception* (2è éd.), New York, Prentice Hall, 1978.
- METZLER, J., (Ed.), *Systems neuroscience*, New York, Acad. Press, 1977.
- NEISSER, U., *Cognition and reality*, San Francisco, Freeman, 1976.
- PAIVIO, A., Images, proposition and knowledge, in : J.M. Nicholas, (Ed.) *Images, perception and knowledge*, Dordrecht, Reidel, 1972.
- PYLYSHYN, Z.W., What the mind's eye tells to mind's brain : a critique of mental imagery, *Psychol. Bull.*, 1973, 80, 1, 24.

- 35
- SHEPARD, R.N., et METZLER, J., Mental roation of three-dimensional objects, Science, 1971, 171, 701-703.
- SPERLING, G., The information available in brief visual presentation, Psychol. Monogr., 1960, 74, n° 11.
- STERNBERG, S., High-speed scanning in human memory, Science, 1966, 153, 652-654.
- STEVENS, S.S., Handbook of experimental psychology, New York, Wiley, 1951.

IMAGE OPERATIVE OU REPRESENTATION FONCTIONNELLE ?

II - INTERET POUR LA CONCEPTION ET L'UTILISATION
D'INTERMEDIAIRES GRAPHIQUES

A. WEILL-FASSINA (*)

(*) Maître Assistant à l'Ecole Pratique des Hautes Etudes

INTRODUCTION

Dans cette seconde partie, nous allons revenir sur les principales caractéristiques de la notion d'image opérative telle qu'OCHANINE l'a définie et analyser son intérêt en situation de travail et d'apprentissage. Nous essaierons d'abord de montrer comment cette notion permet de regrouper des résultats assez dispersés obtenus en psychologie du travail; pour cela, nous prendrons plus particulièrement pour exemple les études sur la compréhension et l'utilisation d'intermédiaires graphiques. Nous indiquerons ensuite quelques aspects des représentations opérationnelles qui ne sont pas abordés par OCHANINE à propos de l'image opérative mais qui sont essentiels lorsqu'on s'intéresse à la mise en place et à l'utilisation d'intermédiaires : il s'agit notamment des aspects sémiologiques de ces représentations et des traitements que l'opérateur doit effectuer sur ces représentations.

Les intermédiaires graphiques désignent ici des photos, des dessins techniques, des cartes, des schémas, des diagrammes, des plans... Ce sont donc des supports de données qui décrivent la forme ou le fonctionnement de l'objet du travail, ou bien des aspects non accessibles du champ de travail^(*). En ce sens les intermédiaires graphiques apparaissent comme des figurations de données disponibles pour exécuter le travail. Certains emploieraient le terme de modèles intériorisés de la réalité par opposition au modèle intériorisé dont a parlé VERMERSCH en première partie. OCHANINE, lorsque ces intermédiaires sont conformes aux nécessités du travail parlait de "structures opératives" par opposition aux images opératives.

(*) Ce qui va être dit pourrait s'appliquer à d'autres supports de données tels que les tableaux synoptiques d'indicateurs, on ne s'interdira pas d'y faire quelquefois allusion.

Les opérateurs utilisent ces figurations comme supports pour prendre et traiter les informations nécessaires à ce qu'ils doivent accomplir.

En suivant cette définition, on peut se demander tout d'abord, si les différentes propriétés qui caractérisent l'image opérative ou représentation opérationnelle, sont bien cohérentes avec les caractéristiques de la lecture et de l'utilisation de tels intermédiaires et quelles sont les conséquences que l'on peut tirer de cette cohérence pour l'aménagement du travail et la formation professionnelle. C'est ce que nous allons voir maintenant.

II.1. - PROPRIETES DE L'IMAGE OPERATIVE OU DE LA REPRESENTATION OPERATIONNELLE, ET PRISE D'INFORMATION LORS DE LA LECTURE D'INTERMEDIAIRES GRAPHIQUES

Le concept d'image opérative ou de représentation opérationnelle permet incontestablement d'introduire une certaine cohérence dans les études assez dispersées qui existent en psychologie du travail et en ergonomie sur les intermédiaires graphiques. On peut en effet établir une correspondance entre d'une part les caractéristiques des prises d'information sur les intermédiaires et d'autre part les 3 principales propriétés de l'image opératives définies par OCHANINE : a/ La finalisation (1973-1978), b/ la sélectivité et le laconisme (1971), c/ les déformations fonctionnelles (1972). C'est ce que nous allons illustrer par quelques exemples.

a - Finalisation

Pour OCHANINE, la finalisation est la principale propriété de l'image opérative, il la définit comme "structure informationnelle spécialisée qui se forme au cours de telle ou

telle action dirigée sur des objets" par opposition à l'image cognitive "reflet intégral des objets dans toute la diversité de leurs propriétés accessibles". Bien que l'image cognitive nous apparaisse avoir plus un statut épistémologique que psychologique, on peut dire que les intermédiaires figurent quelquefois de manière assez complète le point de vue du constructeur ou de l'organisateur. Les photos, les tableaux synoptiques, les cartes ne sont pas toujours orientées vers une action précise. Or, par leur place même dans le système de travail, l'utilisation des intermédiaires est orientée par et vers la classe de tâches que les opérateurs ont à résoudre.

Par exemple, à propos de photos présentant une scène complète, on se souvient des expériences de YARBOUS (1961) qui a montré comment l'exploration visuelle et les points de fixation varient selon la question posée lors de l'examen de la photo (âge des personnages, heure, milieu social, etc...). D'une manière générale, les données adéquates, le tri et le traitement des informations varieront pour un même intermédiaire d'une tâche à l'autre selon ce principe, on a pu développer en ergonomie des intermédiaires spécifiques à une tâche donnée i.e. qui ne retiennent que les informations pertinentes à la tâche. Ainsi, les cartes géographiques sont en elles-mêmes assez spécialisées, cartes géologiques, cartes économiques, cartes routières, cartes aériennes etc... En aéronautique, TAYLOR et HOPKIN (1975) ont préconisé l'utilisation de deux types de cartes selon les tâches de pilotage à effectuer : d'une part des cartes de radio navigation pour l'approche aux instruments, dans lesquels les informations d'ordre topographique sont exclues ou réduites au minimum, afin de donner à la carte une apparence claire; d'autre part, des cartes topographiques à grande échelle produites pour la navigation à vue et l'aviation militaire.

Nous reviendrons ultérieurement sur les problèmes que peut poser ce choix de spécificité des données fournies par rapport à la tâche.

Soulignons pour l'instant que le concept même de finalisation a pour conséquences directes l'idée de sélection des informations non-pertinentes, i.e. de laconisme par rapport à un modèle plus complet. Sélectivité et laconisme apparaissent

comme les deux aspects de la propriété centrale de l'image opérative, à savoir l'adaptation de la représentation et des variables prises en considération comme informations, au but poursuivi par l'opérateur.

b - Sélectivité et laconisme de la représentation.

Pour OCHANINE, "l'image opérative ne retient que ce qui est directement utile à l'action, en ce sens elle est sélective. Tout doit être économique : par rapport à la pléthore de l'image cognitive, elle est laconique". L'exemple habituellement donné par OCHANINE (1966-1978) pour illustrer cette double caractéristique de l'image opérative concerne l'aménagement d'un tableau synoptique figurant un système de lubrification contrôlé par un opérateur. Nous résumerons rapidement cet exemple qui n'est pas mentionné dans les textes traduits : un premier tableau qui figurait le dispositif d'un point de vue technique indiquait le plan de tous les éléments du système en tenant compte de leur disposition géographique ; ce tableau était réputé gênant pour les opérateurs. Un second tableau a été mis au point par OCHANINE : issu de l'analyse du travail, il retenait de manière sélective uniquement les variables de fonctionnement du dispositif effectivement utilisées et contrôlées par des opérateurs expérimentés (cadrans et vannes). Certes, ce tableau était lacunaire par rapport au schéma technique et "faux" par rapport à la disposition géographique. Il a cependant permis de meilleures performances ; celles-ci étaient évaluées par le nombre d'opérations nécessaires pour récupérer des incidents et par les temps de récupération.

Nous retrouvons ici un résultat analogue à ceux constatés à propos des intermédiaires, (A. WEILL-FASSINA, 1980). On sait en effet que le type de présentation graphique des informations peut être une gêne ou un auxiliaire dans la bonne exécution de la tâche et dans la formation d'une représentation correcte par l'opérateur. De nombreuses observations et expérimentations en ergonomie ont fait apparaître la nécessité de sélectionner et de figurer en les soulignant les données

6?

pertinentes aux tâches à accomplir. Par exemple, DWYER (1972) a comparé l'efficacité de différentes figurations (photos couleurs, noir et blanc, dessin au trait) pour l'apprentissage de cours d'anatomie concernant le coeur : le dessin au trait apparaît comme le plus efficace car il sélectionne les caractéristiques essentielles du matériel et élimine les ombres qui constituent un "bruit" visuel. Les expériences de VEZIN (1980) sur différents niveaux de concrétude de schémas descriptifs en sciences naturelles vont dans un sens analogue, mais cet auteur insiste moins sur le contenu des données pertinentes que sur leur symbolisation graphique.

Ces exemples sont tous construits selon le même principe expérimental : on compare l'influence de différentes figurations (variable indépendante) sur les performances des opérateurs à une même tâche (variable dépendante). On fait l'hypothèse que la figuration autorisant la meilleure performance est la plus compatible (OCHANINE allait jusqu'à dire correspond à) avec l'image opérative ou la représentation mentale des opérateurs.

Sur des intermédiaires qui ne permettent pas cette sélection des informations, on a pu montrer des phénomènes analogues de sélectivité de l'information. Ainsi, dans la lecture de radiographies médicales THOMAS et LANDSODOWN (1963) ont constaté que les fixations oculaires étaient concentrées au bord des poumons. D'après THOMAS (1968) 25 à 30 % de radios positives (i.e. de personnes atteintes de tuberculose) échapperaient à des radiologistes entraînés malgré l'insistance de l'observateur : on peut donc faire l'hypothèse que l'exploration des radios se fait en fonction d'une représentation qui ne retient que les zones les plus probables d'apparition des lésions. Dans cet exemple, la présence objective des données pertinentes figurées sur l'intermédiaire ne suffit pas pour que l'opérateur les prenne en compte. Sa représentation interne sélective et lacunaire entraîne une déformation de la réalité dans le sens d'une moindre performance, d'une moindre opérationnalité.

c - La déformation fonctionnelle

Pour OCHANINE (1972) "c'est l'accentuation des "points" informatifs les plus importants en fonction de la tâche visée : propriétés de l'objet, ses divers aspects, ses structures partielles. OCHANINE illustre cette propriété par une analyse qu'il avait effectuée sur le diagnostic des maladies thyroïdiennes (1978) : des spécialistes après palpation de la thyroïde en reproduisaient des modelages déformés de différentes façons selon la maladie dont souffrait le patient alors que les infirmières produisaient des modelages de la thyroïde conformes au modèle dessiné dans les manuels d'anatomie. L'efficacité du diagnostic était liée à la possibilité de faire apparaître ces déformations fonctionnelles.

Ce ne sont pas seulement des données qui doivent être éliminées, mais des relations entre données qui peuvent être sélectionnées et modifiées. Cette caractéristique de "l'image opérative" selon OCHANINE peut être illustrée par de nombreux travaux sur "les cartes mentales" (DOWNS et STEA 1973). Ces travaux mettent en évidence au moyen de dessin ou de questionnaires, des déformations de la représentation de l'environnement géographique : alors que la carte territoriale tient compte de relations projectives métriques, entre les divers éléments figurés, les représentations mentales subissent des déformations en fonction de la proximité géographique des zones et des actions que les personnes ont pu y mener. Ainsi MARCHAND (1974) a demandé à des piétons de dessiner le trajet qu'ils effectuent pour aller de leur station de métro à leur travail; les cartes produites se sont avérées très sensibles aux activités des piétons le long des trajets : resserrement des distances là où il y avait des boutiques, allongement dans le cas contraire, suppression des rues transversales non pertinentes au trajet, angles de rues indiquant le changement de direction plus que l'angle exact.

Il semble évident que dans de tel cas fournir un intermédiaire qui serait l'analogue de ces "cartes mentales" serait totalement inadéquat pour guider quelqu'un d'autre.

En conclusion, il apparaît clairement à partir de ces exemples que la compatibilité entre représentation opérationnelle et figuration sur intermédiaires graphiques s'établit sur la base de la mise en évidence des informations pertinentes à la tâche c'est-à-dire en tenant compte des propriétés de finalisation et de sélectivité. La déformation fonctionnelle est hétérogène sur ce point : et elle paraît être plus une caractéristique de l'opérateur -son transfert à la figuration sur intermédiaire - pose des problèmes à résoudre cas à cas.

Mais cette recherche de compatibilité peut être limitée à cause de caractéristiques liées aux intermédiaires eux-mêmes : ainsi certains intermédiaires ne peuvent subir de modification par construction. C'est le cas par exemple du dessin industriel ou de cartes qui représentent les projections d'objets sur un plan.

Elle peut être limitée aussi par les caractéristiques des tâches. Doit-on aménager chaque intermédiaire pour répondre à une tâche précise, ou doit-on apprendre à utiliser un type d'intermédiaire en général pour répondre à plusieurs tâches ?

Par exemple, on a pu montrer que des schémas électroniques qui seraient structurés en suivant le flux du signal et qui souligneraient les différents ensembles et sous-ensembles fonctionnels pourraient faciliter grandement la prise d'information dans des tâches de compréhension du fonctionnement et de dépannage d'un appareil donné (WEILL-FASSINA, 1969). A ce type d'aménagement répond une expérience de CUNY (1980) ; pour lui, l'apprentissage assez large de schémas électriques conçus comme un langage et pas seulement comme une figuration d'un objet particulier, assure de meilleures performances dans des tâches de conception et de dépannage de circuits électriques.

Dans de tels cas, on est renvoyé à un processus de formation plutôt qu'à un processus d'aménagement.

Par ailleurs, l'utilité de cette compatibilité entre représentation opérationnelle et figuration graphique est fondée sur l'idée que l'intermédiaire fournit un modèle externe de la représentation, il peut ainsi servir de guide perceptif pour les prises d'information à effectuer pour accomplir la tâche. Ce rôle de guidage perceptif des intermédiaires graphiques est illustré par les études qui ont pris en compte non seulement la nature des variables mais aussi leur structu-

ration spatiale et l'ordre des variables. Par exemple, dans les expériences de simulation de dépannage, DALE (1958) a montré comment la prégnance des configurations plus que la logique fonctionnelle pouvait guider le choix de point de contrôle.

D'un point de vue théorique, en recherchant un tel guidage perceptif, on reste là à un niveau qui, aussi bien aurait pu être déduit de la théorie de la forme. Cette théorie a souvent servi à définir les principes d'aménagement des dispositifs de signalisation ; les expériences et observations correspondantes sont surtout illustratives du rôle de la structuration du matériel sur les prises d'information ; ce rôle consiste plus particulièrement en un tri des variables pertinentes, une élimination des variables non pertinentes, une indication spatialisée de l'ordre des informations à prendre. En ce sens, il y a simplification de la tâche. Nous reviendrons ultérieurement sur les problèmes posés par cette forme de guidage. Mais il apparaît qu'une limitation importante de cette perspective est due au fait qu'elle ne tient pas compte du traitement des informations fait par les opérateurs. C'est sur l'analyse de cette limitation et ses conséquences que portera la suite de l'exposé.

II.2. - IMAGE OPERATIVE ET TRAITEMENT DES INFORMATIONS LORS DE LA LECTURE D'INTERMEDIAIRES GRAPHIQUES.

Comme, il a été déjà dit en première partie à propos des difficultés sémantiques soulevées par la notion d'image opérative, OCHANINE n'a pratiquement à notre connaissance, jamais évoqué les problèmes posés par le traitement des informations et des opérations faites sur la représentation : or, si les intermédiaires offrent bien une figuration, une représentation externe des variables pertinentes au travail, le problème essentiel est celui des modes de traitements des opérateurs. Ne pas tenir compte des traitements opérés sur les représentations conduit à négliger deux problèmes importants en

situation de travail ou de formation professionnelle.

1°/ - Les liaisons qui existent entre les aspects figuratifs et opératifs du traitement (problème déjà soulevé en 1ère partie).

2°/ - Le problème du mode de constitution des représentations et de leur évolution.

Ce sont ces deux problèmes que nous voudrions évoqués brièvement pour terminer cet exposé.

a - Aspect figuratif et opératif du traitement sur intermédiaires

Les caractéristiques spatiales des intermédiaires mettent l'accent sur la présentation des configurations et des états la figuration qu'ils proposent de l'objet fait donc directement appel à l'aspect figuratif du fonctionnement cognitif.

a.1. - Par rapport aux représentations opérationnelles, dans les exemples qui ont été donnés jusqu'à présent, cet appel à un registre de fonctionnement figural a été considéré comme positif.

Cependant un premier problème n'a pas été abordé à ce niveau. C'est celui de la signification des indications portés sur l'intermédiaire. Il semble qu'OCHANINE se soit peu préoccupé de la distinction entre signifiant figuré, exprimé, et le concept signifié : dans les expériences choisies pour la traduction, les tâches demandées avaient pour support des figurations perceptives sans signification réelle. Les courbes sur écran ne renvoient pas à un signal électrique (1972), les structures géométriques sont fermées sur elles-mêmes (1968) ; dans le clavier à organiser, les lettres ne renvoient à aucun signifié (1971). De même, dans les expériences ergonomiques dont nous avons pu avoir connaissance par ailleurs (1968) (lubrification, diagnostic, paysage...) c'est plus la forme signifiante de l'image que son contenu signifié qui ont retenu son attention.

Or, il semble qu'en situation de travail, il est aussi important de savoir à quoi attribuer la modification d'un signal, sa signification que de reconnaître l'existence de cette modification. En travaillant comme l'a fait OCHANINE sur des opérateurs expérimentés cette liaison entre le symptôme de dysfonctionnement et sa signification peut paraître évidente. Mais en situation de formation ou de stress, il semble utile de garder dans l'idée que les aspects figuratifs des données peuvent masquer les aspects opératifs.

Pour prolonger les observations faites par OCHANINE sur la lecture de courbe, nous prendrons l'exemple suivant : "Si on injecte un signal dans un oscilloscope, on peut faire apparaître une sinusoïde caractérisée par sa fréquence et son amplitude. Mais cette sinusoïde peut changer d'apparence (par exemple : s'aplatir) sans que le signal ait changé de caractéristiques parce qu'on a simplement modifié son amplification. L'opérateur considérera que le signal est resté le même, tout en ayant changé d'apparence sur l'écran que si l'opération mentale compensatrice prend en compte la modification d'amplification. Or, au début, on observe des stagiaires pour lesquels toutes modifications du signal sur l'écran signifie une modification du signal d'entrée" (VERMERSCH, 1979).

De même, lorsque l'oscilloscope est utilisé comme appareil de contrôle, nous avons pu constater combien chez des stagiaires, ayant 3 semaines de formation, les aspects figuratifs priment sur les aspects opératifs du fonctionnement cognitif. Pour eux un signal défectueux sur l'écran est référé à un mauvais réglage de l'oscilloscope et non à une panne de l'émetteur contrôlé à l'aide de l'oscilloscope.

Enfin pour en revenir aux intermédiaires, nous avons pu observer (FASSINA, 1969) que la modification de la présentation de schémas par rapport à un modèle type signifiait en début d'apprentissage une modification du fonctionnement électrique représenté.

6^e

a.2. - De la même manière, n'ayant pas abordé les aspects sémiologiques de la représentation, OCHANINE ne s'est pas étendu sur le caractère imagé ou non des représentations mentales. Dans les expériences connues d'OCHANINE, les variables constitutives de la représentation s'expriment plutôt de manière imagée mais, comme l'a fait remarquer VERMERSCH en première partie, tout laisse à penser qu'OCHANINE étendait "l'image" au-delà de sa caractéristique imagée, or, en ce qui concerne les intermédiaires graphiques, de nombreuses expériences de psychologie du travail notamment sur les codes laisse à penser que le coût de fonctionnement pour l'opérateur n'est pas le même selon que les variables portées sur les intermédiaires s'expriment sous un aspect imagé, symbolique ou sous forme de signes arbitraires (A. WEILL-FASSINA, 1980).

a.3. - Si maintenant, nous nous plaçons au niveau des procédures de travail, i.e. au niveau des traitements opérés sur les représentations, nous constatons également un manque d'intérêt d'OCHANINE pour cette question. Dans les textes traduits, les résolutions de problèmes, l'étude de la formation de "l'image opérative" (1971) ne mettent pas en jeu de traitement d'un ordre logique ou technique particulier ; "l'image" peut se constituer sur un registre de fonctionnement figural.

De plus, que ce soit en laboratoire ou en situations de travail, les résultats des observations sont analysés plus en fonction des performances que des compétences mises en jeu par les opérateurs.

Or, en situation de travail ou d'apprentissage, les traitements exigent souvent des registres de fonctionnement autres que figuraux.

Il est évident que lorsque les intermédiaires figurent des états qui doivent faire l'objet de transformations, l'image peut avoir un rôle d'auxiliaire, l'aspect figuratif servant de supports aux aspects opératifs. Ainsi, dans certains problèmes de maths (tels que Pierre et Paul ont la mê-

me somme d'argent, Pierre prête à Paul 10 frs., combien Paul a-t-il de plus que Pierre), l'utilisation d'une représentation graphique peut améliorer le taux de réussite des sujets (PETIN, 1976). Les exemples donnés en début de cette deuxième partie, ressortent tous de cette classe de situation.

Mais, dans d'autres cas, il peut y avoir conflit entre le registres de fonctionnement figural suggéré par les intermédiaires et le registres de fonctionnement opératoire demandé par la tâche. On peut faire l'hypothèse d'une cohérence entre la représentation mentale et le traitement des informations par l'opérateur. Mais, lorsqu'il s'agit d'une figuration sur intermédiaire, la présentation spatiale peut gêner la mise en oeuvre du fonctionnement adéquat à la tâche soit faute de compatibilité entre la représentation proposée et celle de l'opérateur, soit parce que la représentation proposée ne correspond pas au traitement attendu. Il semble en effet assez coûteux pour l'opérateur de dépasser le registre de fonctionnement figural induit, en ne se laissant plus guider par les caractéristiques perceptives des intermédiaires pour au contraire asservir l'utilisation des informations contenues dans ces intermédiaires, au déroulement du raisonnement nécessaire à la tâche.

Ce type de difficulté apparaît clairement en situation d'apprentissage.

Par exemple, NAVARRO (1980) a montré l'influence des éléments figuratifs sur les stratégies mises en oeuvre dans la résolution de problème de géométrie et sur les erreurs de raisonnement qui ont pu être observées. De même des observations faites sur l'apprentissage du dessin électronique (WEILL-FASSINA, 1969) sur l'apprentissage du dessin industriel (WEILL-FASSINA, 1973) sur l'apprentissage du réglage de l'oscilloscope (VERMERSCH, 1976) convergent pour montrer qu'au début de l'apprentissage, la présentation spatiale induit une lecture de données fondées sur les aspects figuraux, dite lecture par juxtaposition; ce n'est que plus tardivement que le traitement des informations se fait selon les critères opératoires propres au domaine étudié.

Dans ces analyses, on a essayé de montrer que la différenciation entre aspects figuratifs et opératifs du raisonnement étaient des notions indispensables lorsqu'on traitait de la compréhension et de l'utilisation des intermédiaires.

En même temps les exemples choisis soulignent l'idée d'une constitution progressive des représentations opérationnelles, que nous allons discuter maintenant.

b - Le mode de constitution des représentations.

Bien que soulignant dans certaines expériences le caractère progressif de la formation de l'image opérative (1971), OCHANINE de son propre aveu, ne s'est pas intéressé aux aspects génétiques de la constitution de l'image ni chez l'enfant, ni chez l'adulte (1978).

Si l'on admet que les représentations se forment par l'interaction de l'opérateur et du milieu, on ne comprend pas très bien pourquoi "l'image cognitive" aurait à ce niveau un statut très différent de "l'image opérative". OCHANINE ayant travaillé sur des opérateurs expérimentés, il est possible que la mise en évidence de plusieurs formes d'images opératives pertinentes à la tâche (analogues aux représentations minimales mises en évidence par CUNY, DERANSART, 1969) l'ait conduit à faire l'hypothèse d'une représentation plus générale sous-jacente. Mais sous l'éclairage des études génétiques, on peut penser que cette représentation plus large a été elle-même construite et orientée en fonction d'actions successives. Un processus d'assimilation et d'accommodation a conduit l'opérateur à étendre le champ des possibles pris en considération ainsi que son champ temporel.

S'il en est ainsi, on peut se demander si présenter un intermédiaire sélectionnant les variables pertinentes à une tâche donnée tout en aidant à la performance immédiate, ne risque pas d'empêcher l'élaboration des représentations. Nous retrouvons alors au niveau des intermédiaires un problème analogue à celui que nous avons eu déjà l'occasion de soulever par ailleurs à propos des aides au travail. (WEILL-FASSINA, 1980) : la délimitation stricte des variables à utiliser, a pour corollaire négatif, la réduction du champ susceptible

d'être couvert par la représentation. En sélectionnant les variables pertinentes sans indiquer ni les motivations des choix, ni ce qui a été éliminé comme non pertinent, les intermédiaires pourraient en contre partie limiter le nombre de variables qui constituent la représentation du travail et leur compréhension par l'opérateur. Si l'on admet que cette représentation se construit aussi par différenciation, si une des fonctions de l'erreur est effectivement de reconnaître en quoi une variable n'est pas pertinente, alors en ne présentant que les variables pertinentes, on peut empêcher l'opérateur de se faire une idée de ce qui n'est pas le problème, de ce qu'il ne faut pas faire. Or une connaissance complète, une représentation complète du système comporte le contraire et le complément. Ce point est important si l'on pense que pour récupérer des incidents, les opérateurs peuvent être conduits "à sortir des consignes", à "essayer".

Sur le plan pratique, un choix s'impose donc entre le guidage des prises d'information nécessaires et suffisantes pour une tâche donnée et la constitution chez l'opérateur d'une représentation plus large lui permettant de répondre à un plus grand éventail de situation. Ce choix est important au niveau même du système de travail. En effet si un intermédiaire sélectif est prévu dès l'élaboration du système, il peut y avoir un décalage entre le fonctionnement prévu et le fonctionnement réel. Les conditions même de travail pouvant changer, s'en tenir à quelques variables choisies a priori sans pouvoir moduler son activité peut empêcher de réguler le système.

Par exemple, pour s'adapter à différentes tâches de contrôle d'un laminoir les opérateurs étaient conduits à modifier les codes portés sur les tableaux de visualisation en modifiant la forme ou la signification de certains signes, en supprimant des éléments du vocabulaire, en en créant d'autres (CUNY & WEILL-FASSINA, 1972). Ces actions revenaient à modifier les figurations des intermédiaires pour mieux les adapter à leur représentation opérationnelle de la situation.

Par ailleurs, on peut se demander si une certaine rigidité de l'intermédiaire sélectif permet de faire face à tous les incidents possibles et quelquefois imprévus, improbables, etc...

En conclusion, ces lacunes dans l'analyse de l'image opérative par OCHANINE, les suggestions qui peuvent être faites en se référant au concept de représentation opérationnelle soulèvent des problèmes pratiques : ceux-ci mettent en cause les objectifs visés lors de l'aménagement des intermédiaires et sont liés à la spécificité de l'image opérative par rapport à un opérateur accomplissant une tâche, à un moment de sa formation ou de son expérience professionnelle.

En effet, le praticien soucieux d'aménager le travail de vra effecteur un certain nombre de choix :

- 1/ - Pourquoi aménager ? pour obtenir une meilleure performance immédiate ou permettre à l'opérateur de développer ses compétences. C'est le choix entre guidage et formation que nous venons d'évoquer.
- 2/ - Pourquoi aménager ? Pour la personne expérimentée qui connaît déjà le système et pour laquelle un intermédiaire spécifique peut introduire une simplification ou pour le débutant qui pour construire sa représentation a besoin de plus d'éléments que ceux nécessaires et suffisants à la tâche.
- 3/ - Si la notion même d'image opérative suppose la spécificité d'une tâche, que faire pour assurer la liaison avec les autres tâches qui constituent la situation. Faut-il choisir la spécificité ou la polyvalence par rapport aux tâches ?
- 4/ - On ne peut parler d'image opérative que dans le cas d'un objet bien déterminé représenté par un dessin donné, on ne peut parler d'image opérative d'un objet que dans le cas d'une tâche déterminée exécutée par un type d'utilisateur.

Or, le rôle même des intermédiaires dans le système de travail, ne permet pas de répondre à cette condition : si l'on prend pour exemple, le cas du dessin technique, les tâches qu'un opérateur peut accomplir sur un objet à partir d'un dessin sont multiples (compréhension, construction, dépannage, changement de type de dessin). Par définition, à chacune de ces tâches doit correspondre une image opérative de l'objet. Le dessin devrait alors être adapté à chacune de ces tâches ; d'où une multiplication des dessins en fonction des tâches. Mais le dessin technique est aussi un intermédiaire entre différents opérateurs qui ont des tâches différentes à accomplir sur l'objet par l'intermédiaire du dessin. Il est alors évident que ce rôle de langage commun est incompatible avec une multiplication des représentations graphiques dont chacune serait adéquate à une image opérative de l'objet liée à une tâche donnée.

Alain SAVOYANT reviendra dans son exposé sur les problèmes liés à la notion d'image opérative dans les cas de coordination entre membre d'une même équipe de travail.

Il est évident que les critères qui peuvent servir à choisir entre ces différents modes d'aménagement ou de formation ne relèvent pas entièrement de la psychologie du travail et de l'ergonomie et font appel à des critères organisationnels, économiques, voire idéologiques. Mais la notion d'image opérative et de représentation opérationnelle, en mettant l'accent sur l'idée de finalisation et d'adaptation des conduites par rapport à la tâche, en caractérisant les propriétés de ces conduites et de leur évolution permettent de mieux définir les enjeux de ces choix, leurs avantages et leur limite du point de vue de l'homme au travail.

23

BIBLIOGRAPHIE

CUNY X., 1980 - "Recherches sur l'apprentissage des outils signes": l'apprentissage du schéma développé en électricité. Congrès de la Société de Psychologie du Travail de Langue Française Paris. 14 Février 1980.

CUNY X., DERANSART P., 1969 - Eléments de formalisation pour servir à l'analyse psychologique d'un travail de contrôle "La charge mentale dans le travail minier et sidérurgique" sous l'égide de la Communauté Européenne du Charbon et de l'Acier. Programme "Facteurs humains. Ergonomie". Contrat N° 6242/21/002.

CUNY X., WEILL-FASSINA A., 1973 - Standardization and adaptation symbolic systems of work communication. Paper read at the Vth Congress of International Ergonomic Association. Amsterdam. Abstract in Ergonomics, Vol. 16 N° 3, Version Française, document du Laboratoire de Psychologie du Travail.

DALEH, C.A., 1958 - Fault finding in electronic equipment. Ergonomics. Vol. 1 N° 4, 356-385.

DOWNS R.M., STEA D., 1973 - Image and environment. Cognitive Mapping & Spatial Behavior. Edward Arnold. London, 439 p.

DWYER, F.M., 1972 - A guide for improving visualized instruction. Learning service state college Pennsylvanie.

FASSINA A., 1969 - Un intermédiaire dans le système homme-travail. Le dessin technique : lecture et écriture des schémas explicatifs. Thèse de 3ème cycle. Université Paris V./Ecole Pratique des Hautes Etudes.

- MARCHAND B., 1974 - Pedestrian traffic planning and the perception of the urban environment. A French example. Environment and Planning A. Vol. 6, 491-507.
- NAVARRO Cl., 1980 - Niveaux de conduite et régulation de l'action chez l'adulte : stratégies et registres de fonctionnement mis en jeu dans une tâche. La résolution de problèmes en géométrie. Thèse de 3ème cycle U.E.R. de Toulouse Le Mirail. 203 p.
- OCHANINE D., 1966 - The operative image of a controlled objection man-automatic systems, in theoretical problems of "man-machine" systems. Communication faite au XVIIIe Congrès International de Psychologie. Symposium 27, 48-56.
- OCHANINE D., 1978 - Les images opératives et leur fonction dans la régulation des activités du travail. Séminaire Laboratoire de Physiologie du Travail et Ergonomie. C.N.A.M.
- OCHANINE D., 1978 - Le rôle des images opératives dans la régulation des activités de travail. Psychologie et Education. N° 2, 63-72.
- OCHANINE D. & CHEBEK L., 1968 - Le reflet dans l'image de la structure opérative de l'objet. Questions de Psychologie. N° 5.
- OCHANINE D. & KOZLOV V., 1971 - L'image opérative effectrice. Questions de Psychologie N° 3.
- OCHANINE D., QUAAS W., ZALTZMAN A., 1972 - Déformation fonctionnelle des images opératives. Questions de Psychologie N° 3.

OCHANINE D., ZALTZMAN A., 1973 - Opérativité de l'image d'un processus de contrôle. Régulation de l'activité. Moscou.

PETIN M., 1976 - Registres de fonctionnement spontanés et induits dans une tâche de résolution de problème. in Intérêt de la Psychologie génétique pour l'analyse des tâches et des processus mis en jeu en cours d'apprentissage. Document du Laboratoire de Psychologie du Travail. D.76.03.

TAYLOR R.M., HOPKIN V.D., 1975 - Ergonomic principles and map design. Applied Ergonomics. Vol. 6, N° 4, 196-204.

THOMAS E.L., 1968 - Movement of eye. Scientific American Août 68, 88-95.

THOMAS E.L., LANDSODOWN C.I., 1963 - Visual search patterns of radiologists. Training radiology. 288-292.

VERMERSCH P., 1976 - Une approche de la régulation de l'action chez l'adulte. Registres de fonctionnement, déséquilibre transitoire et microgenèse. Un exemple : l'analyse expérimentale de l'apprentissage du réglage de l'oscilloscope cathodique. Thèse de 3ème cycle. Document du Laboratoire.

VERMERSCH P., 1979 - Une application de la théorie opératoire de l'intelligence de J. Piaget aux problèmes de formation. Education Permanente. N° 51, 2-29.

VEZIN, J.F., 1980 - Complémentarité du verbal et du non-verbal dans l'acquisition de connaissances. Monographies Françaises de Psychologie. Editions du C.N.R.S. Paris 111 p.

- WEILL-FASSINA A., 1979 - Présentation spatiale des données de travail et traitement des informations : points de vue et hypothèses. Psychologie Française. T. 24, N° 3, 4, 205-227.
- WEILL-FASSINA A., 1973 - La lecture du dessin industriel. Perspective d'études. Le Travail Humain . Vol. 36, N° 1.
- WEILL-FASSINA A., 1980 - Représentation de données spatiales symbolisées. La lecture des intermédiaires graphiques en situation de travail et d'apprentissage professionnel. In La représentation de l'espace chez l'enfant et chez l'adulte. A paraître dans Psychologie Française.
- WEILL-FASSINA A., 1980 - Guidage et planification de l'action par les aides au travail. Bull. de Psychologie T. XXXIII, N° 344, 343-350.
- YARBOUS A.L., 1965 - Le rôle des mouvements des yeux dans le processus de la vue. Editions "Waoukaé. Académie des Sciences. U.R.S.S. Moscou.

L'ANALYSE DES COMMUNICATIONS VERBALES DANS LE TRAVAIL.

M. de MONTMOLLIN et M. LACOSTE.

I. Introduction

1. Le problème ergonomique à l'origine de la recherche*

La recherche décrite dans les pages qui suivent trouve son origine dans des observations effectuées au cours d'études ou d'interventions ergonomiques dans des ateliers de conditionnement modernes. On y trouve des machines complexes, fortement automatisées, dont une des caractéristiques les plus évidentes est de s'arrêter fréquemment, diminuant ainsi dans des proportions importantes la production. Ces arrêts sont dus à des incidents de fonctionnement d'origines diverses, dont sont responsables deux catégories d'opérateurs : les régleurs et les ouvriers (fréquemment des ouvrières). Les régleurs, professionnels de haut niveau de qualification, sont en principe, chargés de l'entretien préventif, des réglages lors d'une nouvelle fabrication, et des incidents (arrêts machines) dont la technicité (mécanismes de régulation électronique en particulier) dépasse les compétences des ouvriers. Ces derniers, de faible niveau de qualification (OQ1B) sont chargés de l'alimentation des machines, aussi de ce que l'encadrement nomme la "surveillance".

Il s'agit en fait d'une tâche qui consiste pour l'essentiel à détecter les indices de dysfonctionnement de la machine, précurseurs et par conséquent annonceurs d'un arrêt provoqué par le système de régulation, puis à agir en conséquence.

La "bonne" ouvrière est beaucoup plus celle qui prévient les arrêts que celle qui sait faire repartir la machine sans l'aide du régleur (pratique qui lui est d'ailleurs théoriquement interdite).

Les observations ergonomiques antérieures ont porté beaucoup plus sur le travail des ouvrier(e)s que sur celui des régleurs. Il est en effet apparu, très généralement, que c'étaient les ouvriers et non les régleurs qui avaient l'influence la plus grande sur la production et, surtout, que c'étaient eux, également, qui pouvaient présenter les manifestations de fatigue les plus caractérisées.

Cette fatigue est très probablement liée à la compétence technique des ouvriers. Une étude antérieure de notre laboratoire (Craipeau, Montmollin, Potier, 1978) (1) a montré que les ouvrières les moins compétentes (celles dont les machines étaient le plus souvent en panne) étaient celles qui se déplaçaient le plus, et le plus souvent, et qui manifestaient les signes cliniques de fatigue les plus fréquents : sentiment de fatigue, mais aussi insomnies, maux de tête, irritabilité, etc...

* Recherche financée par la DGRST (ANACT) décision d'aide 78.7.2.

(1) CRAIPEAU, S., MONTMOLLIN, M. de, POTIER, S., : "Enrichissement des tâches ou restructuration des tâches ? Le cas d'un atelier de conditionnement", Le Travail Humain, 47 (1), 1978.

La compétence de l'ouvrière constitue donc, dans des postes de ce type, un des facteurs essentiels des conditions de travail. Les ouvriers souffrent d'une compétence très souvent insuffisante et ressentie comme telle du fait de leurs niveaux scolaire et professionnel modestes, certes, mais surtout du fait de l'absence quasi totale de formation organisée au poste de travail. Car, par un paradoxe qui n'est malheureusement pas rare, le travail est organisé de telle sorte que les compétences officiellement reconnues sont fortement sous-estimées par rapport aux performances exigées. Les ouvrier(e)s "n'ont qu'à surveiller", déclare l'encadrement, qui cependant se plaint de leur trop fréquente incapacité à prévenir les arrêts machines.

C'est pourquoi il nous est apparu important, dans une perspective de restructuration du travail et de formation professionnelle, de chercher à savoir comment les ouvriers comprenaient leur travail, et pour commencer, le fonctionnement de leurs machines.

Ce qui permet une comparaison avec le fonctionnement réel, et les prescriptions "officielles" des services techniques.

2. Les méthodes utilisées

Compte tenu du temps et des crédits disponibles, il a été procédé à une recherche exploratoire, sur un seul terrain : un atelier de conditionnement de savons de la région parisienne.

L'objectif de la recherche était de mettre en oeuvre un outil méthodologique jusqu'à présent jamais utilisé en analyse du travail (à notre connaissance) : l'analyse fine des verbalisations des opérateurs, en situation naturelle (ou la moins artificielle possible)(*). En général, en effet, les opérateurs sont interrogés dans une situation exceptionnelle, souvent en dehors de leur poste de travail, par un analyste qu'ils ne connaissent que depuis peu de temps, et dont ils ignorent les motivations. De plus, l'analyste quant à lui "décode" directement les propos qui lui sont tenus, en utilisant une grille d'interprétation qui s'attache aux contenus factuels essentiels, en négligeant les modalités du discours.

L'approche adoptée exige des conditions de mise en oeuvre particulières. Il est nécessaire que l'analyste, avant de pouvoir utiliser son magnétophone sur le poste de travail - ou dans des "marges" très proches de ce dernier - se soit longuement familiarisé avec l'atelier et le personnel, et surtout qu'il soit devenu lui-même familier au personnel. Ceci exige au minimum un mois d'une présence quasi-constante. C'est là une approche presque ethnologique, à l'opposé de celle de l'agent des méthodes. Il est nécessaire aussi, bien entendu, que l'analyste soit devenu technologiquement compétent, pour comprendre et évaluer ce qu'on lui dit.

Il est évidemment impossible de supprimer complètement les barrières, cognitives et sociales, qui séparent la "pensée naturelle" de l'ouvrier de ce qu'on peut en saisir au travers de ses verbalisations. D'abord parce que - à ce niveau surtout - le savoir faire dépasse souvent le savoir dire. Mais la situation in vivo permet sans doute de

(*) Cette analyse s'appuie sur les apports nombreux et variés de courante recherche d'origine anglo-saxonne (ethnométhodologie, ethnographie de communication, analyse du discours oral. etc...).

diminuer cette distance, beaucoup plus en tout cas que lors des interrogations hors contexte. Les pages qui suivent sont consacrées aux conditions de dépouillement et d'analyse des protocoles relevés dans l'atelier de conditionnement de savons, ainsi qu'aux conclusions qu'on peut en tirer. N'ont été retenues ici, comme prévu dans le projet de recherche, que les conclusions qui ont trait à la compréhension, par les ouvrières, de leur machine et de leur tâche. N'ont pas été prises en compte les conclusions qui ont trait à l'appréhension par les ouvrières des facteurs sociaux : rapports avec les régleurs et l'encadrement, intériorisation de l'impératif de rendement, etc. Mais c'est là une distinction un peu artificielle, dans la mesure où, comme nous le préciserons ci-dessous, on constate une intrication des processus cognitifs et des conditions sociales.

3. Conduite de la recherche

Objectif visé

Nous nous sommes posé initialement deux questions, distinctes en fait uniquement par leur niveau, sur la schématisation cognitive effectuée par les ouvrières.

. En termes de contenu, quelles connaissances sur la machine possèdent-elles ? Quelles pièces savent-elles identifier ? Quel fonctionnement leur assignent-elles, et quel rôle, dans la responsabilité des incidents ? Lorsque des dysfonctionnements se produisent, quelles localisations, justes ou fausses, guident leurs interventions ? Ce sondage de leurs contenus de connaissances devrait permettre une caractérisation de ce savoir issu de l'expérience et, par là même, donner les bases d'une véritable formation tenant compte des acquis antérieurs.

. En termes d'opérations, selon quels mécanismes se génèrent et s'articulent les raisonnements techniques orientant leurs réponses comportementales aux incidents ? Cet aspect est étroitement lié au premier, dans l'action comme dans la production du discours. Mais, dans l'analyse du matériel verbal, il est intéressant de distinguer les indices liés au raisonnement, qui renvoient à un niveau cognitif plus profond, moins dépendant de la familiarité avec telle ou telle machine et plus révélateur du comportement envers la technique en général.

La question posée ici rejoint à la fois la problématique du "savoir ouvrier" et celle de l'opposition entre une logique "scientifique" (représentée souvent par l'ingénieur) et une logique pré- ou parascientifique (celle des sujets peu scolarisés, plus habitués au langage oral qu'à l'écrit et au schéma), opposition qui, sous des formes diverses, a alimenté bien des débats.

Notre objectif est de caractériser les modes de raisonnement des mécaniciennes par comparaison avec ceux des raisonnements ouvriers ayant reçu une formation "scientifique" d'un niveau autorisant la confrontation : prendre comme référence le raisonnement d'ingénieur n'aurait pas eu grand sens, et, en tout cas, aucune portée pratique.

II. Recueil des données

Choix de l'informateur

Au cours d'un travail antérieur déjà cité (analyse des activités gestuelles sur la machine et interviews sur la sécurité), nous avons recueilli des données sur l'ensemble des ouvrières de l'atelier. Parmi elles, la présente étude en a retenu une, pour des raisons avant tout pratiques. De plus, considérée comme "bonne ouvrière" par la maîtrise, elle avait été jugée par les responsables de l'analyse du travail comme effectivement de bon niveau, mais aucunement exceptionnelle ; d'autres la dépassaient même en efficacité et en aisance. Non que la notion de moyenne ait ici quelque sens, mais nous avons au moins la certitude de ne pas être en présence d'un sujet aux caractéristiques aberrantes. Son âge (48 ans) et son ancienneté (25 ans) dans l'entreprise étaient également en accord avec ceux de la plupart des ouvrières de l'atelier.

Degré de "formalité"

Les situations d'interview peuvent être classées selon un axe de "formalité" se prêtant à des caractéristiques linguistiques. Les conditions de recueil du corpus principal (cf. ci-dessous) expliquent qu'il soit très peu formel pour interview (mais, précisément, ce n'est pas d'une interview au sens traditionnel qu'il s'agit) :

- 1) L'intervieweur ayant été stagiaire dans l'entreprise, connaît la mécanicienne (situation de relative familiarité).
- 2) Cette enquête n'a pas été imposée par la direction, qui a seulement été avertie de son déroulement : l'observateur a davantage fait jouer ses anciennes relations dans l'atelier même pour y être admis, et a insisté sur le caractère universitaire de sa recherche (position extra-hiérarchique).
- 3) Le thème proposé à travers la consigne (le fonctionnement de la machine et les interventions techniques de la mécanicienne) ne touchait directement à aucun sujet brûlant, comme les accidents, le rendement ou les rémunérations. Il était même valorisant et sécurisant aux yeux de l'ouvrière qui, sur sa machine, en savait plus que l'observateur.
- 4) Dernier facteur, le plus intéressant méthodologiquement : l'enregistrement ayant été fait pendant que l'ouvrière se livrait à ses activités normales de surveillance de la ligne, celles-ci ont tendu à prendre le pas sur la conscience de l'enregistrement. Nous reviendrons sur ce point dans un instant.

Le degré de formalité a, du reste, pu être évalué à travers des indices langagiers, par comparaison avec une autre interview de la même ouvrière, dans une situation différente, où son discours était plus surveillé.

"Données naturelles" ou données provoquées par l'observateur

Telle est sans doute, aux yeux de la sociolinguistique, l'opposition majeure dans le recueil des données : d'un côté les communications sociales que l'observateur se contente d'enregistrer sans avoir à les susciter (ainsi des réunions auxquelles il est admis à participer, des conversations entre plusieurs personnes ...), de l'autre,

les verbalisations provoquées par lui aux fins de l'enquête et qui sont entâchées de biais bien connus : effet plus direct de la présence de l'observateur, caractère artificiel des verbalisations où un style d'interview vient remplacer la variété des actes de langage spontanés, etc...

Dans les études sur le travail, les données naturelles sont à mettre à contribution aussi souvent que possible, mais certains objectifs de recherche s'y prêtent mal. Face à de tels cas, la sociolinguistique s'est attachée à mettre au point diverses techniques de compensation pour atténuer les biais de la situation d'entretien. Parmi elles figure précisément celle adoptée ici : la simultanéité du dialogue et d'une activité habituelle du sujet, condition qui permet aussi, lorsque les deux sont convergents, de contrôler le rapport entre le dire et le faire.

Statut des verbalisations par rapport au travail

Sans entrer dans une typologie complexe, encore à constituer, une rapide classification est indispensable, la signification à attribuer au discours n'étant évidemment pas la même selon le rapport de celui-ci à l'activité.

Partons d'une première tripartition (cf. Grant-Johnson F. et Kaplan C.D.) (1) : discours sur le travail (généralement hors situation et jouant sur une reconstruction mentale des opérateurs), discours dans le travail (les échanges verbaux entre opérateurs font partie du fonctionnement du système technique, discours comme travail (l'activité est réalisée dans et par la parole : tel est le cas dans les métiers dits "de la relation" comme les travailleurs sociaux, et plus généralement dans des pans entiers d'activité du secteur tertiaire).

Mais il faut immédiatement la moduler en introduisant, au minimum, une distinction entre : "dans le cadre du travail" et "pendant l'activité". Le tableau ci-joint représente le champ d'investigation, le statut de notre corpus principal étant désigné en encadré :

		dans le cadre du travail	Hors travail
		pendant l'activité de travail proprement dite	A d'autres occasions (préciser)
<u>Discours</u>	<ul style="list-style-type: none"> . sur un autre thème que le travail . sur le travail . dans le travail . comme travail 	sur le travail	sur le travail

(1) GRANT-JOHNSON F. and KAPLAN (Charles D.) : "Talk in the work - Aspects of the social organization of work in a computer center" Sociolinguistic Newsletter X (2), 1979.

Toutefois, les données recueillies dans ce corpus sont en réalité plus riches et plus variées, non seulement parce que l'observateur est souvent pris à témoin de ce qui se passe, mais parce qu'elles incluent aussi des échanges de travail entre la mécanicienne, un régleur, une contrôleuse ... Le sujet n'a pas été arraché à son entourage ordinaire et celui-ci continue d'interagir. Aussi le matériel peut-il être caractérisé comme un mixte de discours sur le travail et de discours dans le travail se rapprochant, par plus d'un trait, des données "naturelles".

La consigne

Ce statut n'est pas sans rapport avec la consigne initiale, délibérément peu contraignante : l'observateur a demandé à l'ouvrière de lui dire comment la machine marchait et de lui parler des principaux incidents. L'orientation vers les incidents était justifiée par l'analyse préalable du travail des mécaniciennes, qui les montrait mobilisées par le repérage des amorces de dysfonctionnements, leur prévision et les tentatives pour y porter remède. Aussi n'était-ce pas leur représentation globale de la machine hors situation (1) qui paraissait directement pertinente mais plutôt les schématisations partielles liées aux réponses immédiates aux incidents.

La consigne n'obligeait donc pas à une attitude discursive précise mais favorisait la production d'un discours mixte fait de descriptions, de commentaires et d'explications.

L'observateur intervient très peu, à dessein, et la conduite du discours revient presque entièrement au sujet dans les contraintes qui sont les siennes habituellement (dépendance de la machine). Ce pari d'obtenir un discours qui, une fois lancé, avance de lui-même, a réussi puisque pendant une pause technique longue, l'opératrice a continué à parler, cette fois de son propre chef, construisant un discours à forte cohérence interne : l'interview était vraiment devenue une conversation.

III. Analyse et interprétation

(Nous ne donnons ici qu'un plan de l'exposé).

- 1) Caractéristiques générales du discours
- 2) Insuffisances et erreurs dans les raisonnements portant sur la machine :
 - . Importance de l'habitude dans la schématisation
 - . Prépondérance des facteurs sensoriels sur le raisonnement dans l'identification des incidents
 - . Influence de l'observation du régleur sur les caractéristiques du savoir.

(1) Il n'est évidemment pas exclu que celle-ci puisse être significative lors du recueil d'un autre corpus verbal, la question a été posée à la mécanicienne d'une description globale de la machine. Mais ces données ne sont pas, pour l'instant, exploitables : elles sont mises en réserve en vue d'une étude plus quantitative.

- . Repérage fondé sur les pièces visibles, isolables et directement liées aux incidents
- . Conception superficielle du savoir nécessaire pour accomplir les interventions
- . Caractère fermé et non généralisable des explications liées à chaque type d'incident
- . Mise sur le même plan d'hypothèses avec indifférence apparente à leur mutuelle exclusion
- . Persistance d'hypothèses pré-opératoires
- . Fréquence d'expressions stéréotypées tenant lieu d'explication
- . Difficulté à discriminer le facteur pertinent dans une situation complexe
- . Insécurité cognitive et insécurité linguistique.

3) Constitution d'un savoir parcellaire, fragile et non reconnu

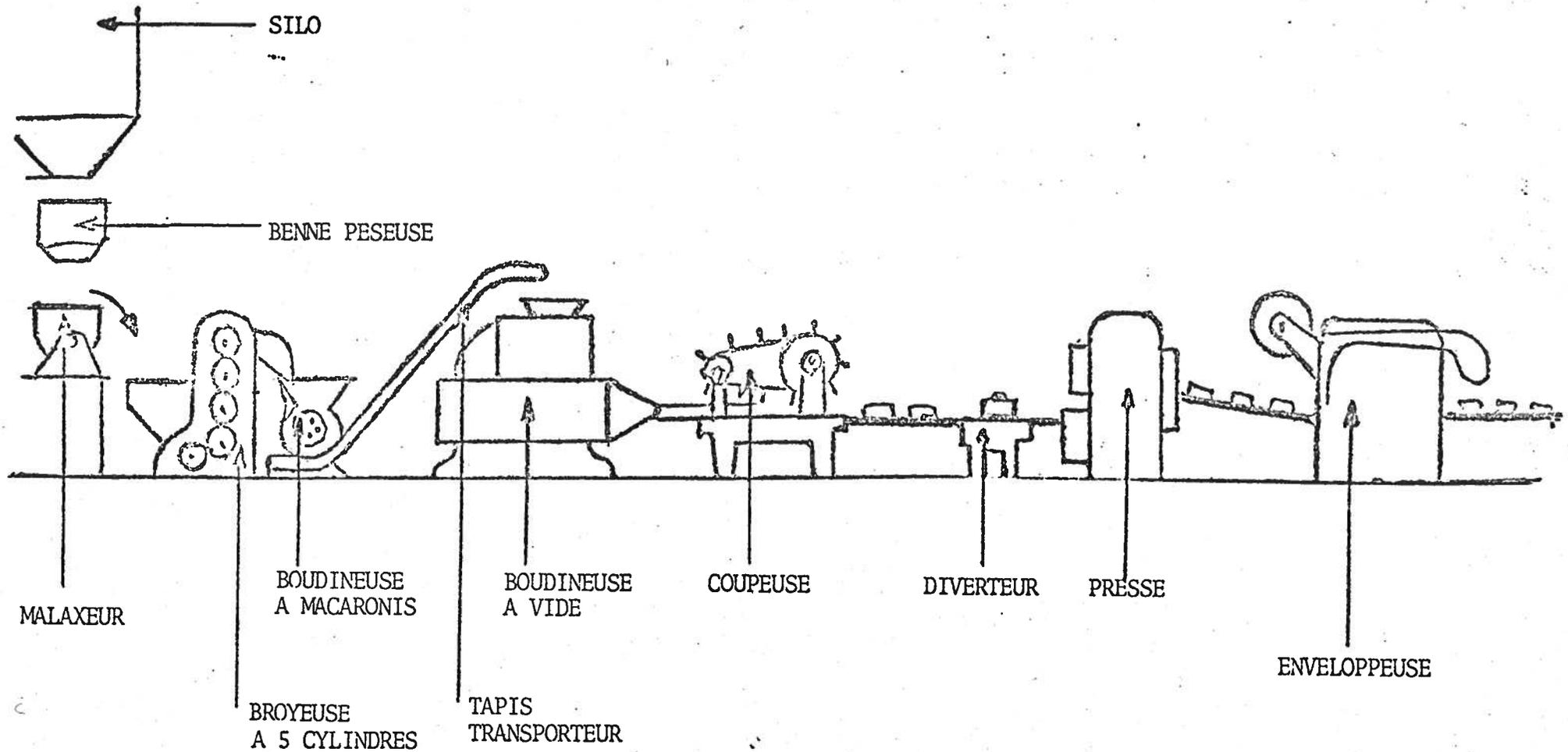
- . Le maintien en marche de la machine
- . La prise en charge des tâches d'entretien ou de vérification
- . L'aide au diagnostic en cas d'incident
- . Les "bricoles" : interventions simples par imitation des gestes du régleur
- . Les "combines" : manipulations inventées par l'ouvrière.

SCHEMA

D'UNE

LIGNE DE

CONDITIONNEMENT



L'AMBIVALENCE DES IMAGES DE LA SÉCURITÉ
DANS LES TRANSPORTS EN COMMUN

H.P. JEUDY

Chaque moyen de transport cristallise des angoisses que l'assurance d'une sécurité bien organisée ne permet pas de neutraliser entièrement. De manière stéréotypique, le train est considéré comme un moyen d'une sûreté sans égal ; l'avion, malgré son perfectionnement technique qui le rend singulièrement fiable, doit sans cesse justifier son pouvoir d'efficacité et de sécurité, et le métropolitain, figure d'un réseau presque infaillible quant à son fonctionnement, est appelé à combattre, par tous les moyens de confort et de décor, les formes du stress collectif qu'il paraît étrangement susciter.

La fiabilité d'un système de transport, plus que celle d'un simple produit, suppose non seulement l'idée d'un "bon fonctionnement", mais aussi la prévention des risques ; et l'étude de la sécurité, "contrairement à celle de la fiabilité, exigerait donc de donner la priorité aux interrelations entre sous-systèmes, en particulier ceux constitués par l'être humain"(1).

Ce qui complique d'autant la question de la sécurité tient au fait d'une incertitude des comportements humains dans le

(1) Voir le chapitre "Fiabilité et sécurité" du livre de C. LIEVENS "Sécurité des systèmes", Cepadues-Edition, p. 13 et suivantes. L'auteur montre bien la complexité du problème de la sécurité, à cause de la multiplicité des combinaisons d'événements, de l'intervention de l'homme comme élément du système étudié et il insiste sur les contradictions entre la fiabilité et la sécurité.

cas d'une situation perturbante ou paniquante. Du retard à l'accident catastrophique, les réactions virtuelles de l'utilisateur sont des possibles difficilement prévisibles si on considère en plus ses "états d'âmes", de l'angoisse aux formes multiples de la phobie. Evidemment les gestionnaires peuvent ne pas tenir compte de ces derniers facteurs, mais leur image de marque en dépend : l'augmentation actuelle du nombre de passagers utilisant l'avion est fonction en grande partie de la réduction des phobies ou de ce qu'on pourrait appeler tout bonnement "la peur de l'avion". D'ailleurs les systèmes de transport en commun ont bien compris la nécessité de développer l'analyse des attitudes les plus complexes des usagers réels ou potentiels mais une des erreurs premières nous semble apparaître dans la dissociation qui est faite entre la sécurité et la construction d'une ambiance protectrice et agréable. Autrement dit, la logique de la sécurité, se conformant aux exigences de la fiabilité, place "hors de son champ" la question de la sécurisation. Cette dernière est traitée par les architectes de l'environnement, les designers et autres spécialistes mais elle n'est pas le prolongement du système de sécurité.

Devrait-elle l'être ?

I. PARADOXES DE L'IMAGE DE LA SÉCURITÉ

Plus que les représentations de la sécurité dans les transports en commun, c'est le processus lui-même de production d'une image de sécurité que nous tentons d'analyser.

A. DANS LE METROPOLITAIN

Malgré les efforts réalisés pour rendre l'univers du métropolitain, lieu de tous les phantasmes et de tous les actes les plus extravagants, plus chaleureux, plus propice à l'enchantement, il n'en demeure pas moins que l'angoisse collective et individuelle trouvent dans les souterrains et les trains, dans le mouvement infini du travail à l'habitation, sa consécration et sa justification. Les nombreuses revendications des usagers sont connues, parfois prises en compte par les gestionnaires, mais comment le système du métropolitain pourrait-il absorber tout ce qu'il suscite ? La rue, le bureau, la chambre, sont aussi des lieux où les phantasmes se mêlent à l'angoisse, mais pourquoi le métropolitain est-il l'espace d'élection de tant d'obsessions ? Pourquoi est-il choisi comme moyen de suicide ? Pourquoi l'insécurité semble y régner alors que la foule demeure symbole de protection ?

A vrai dire, il se passe peu de chose par rapport à l'activité intense du trafic et à la circulation des corps : mouvement infini que des incidents plus ou moins graves viennent interrompre, le trafic se confond étrangement avec l'image de la mobilité des corps. L'agression n'est pas le seul danger encouru, le feu, l'obscurité, le piétinement ... tous les risques de désintégration du corps semblent ainsi rassemblés dans un espace/temps limite. Est-ce la raison essentielle pour que s'activent tant de phantasmes et que passent à l'acte tant d'obsessions ? Comment "l'usager" déjà capté par ses propres phantasmes, se représente toutes les formes de destructuration de l'ordre spatial et temporel dans le métropolitain ? Pour qu'il ne semble rien se passer et que persiste par ailleurs la hantise d'une perturbation qui puisse prendre la forme d'une panique, il faut bien qu'un certain nombre de contradictions de l'existence de chacun émerge brusquement. En effet, confronté à de nombreuses et "petites" situations traumatisantes, on s'habitue à craindre que quelque chose puisse arriver alors qu'il se passe peu de choses. Cet entretien d'un phénomène paniquant latent est une caractéristique fondamentale de l'univers du métropolitain.

"Il y a un moment où le métro ne compte plus, ce qui est important, c'est ce qui monte en soi, et après, j'ai une agressivité folle contre le métro".

"Il y avait quelque chose qui était là, qui était de l'ordre du cannibalisme, n'importe quelle agression était possible".

"Une fois, on est resté dans le noir, entre deux stations de métro, pendant je ne sais combien de temps, trois minutes peut-être, avec un haut parleur qui disait qu'il ne fallait pas descendre sur les voies ..."

"J'ai vu un aveugle qui est tombé dans le trou ... Les gens, leurs réactions, je ne comprends pas, je ne pouvais pas, je suis rentré dans un café".

"Y se bloquent dans la portière, y font comme si ils avaient vraiment mal et qu'ils souffraient, alors, ça sème la panique dans le wagon même, les gens croient qu'il va avoir un bras de coupé ou ne ne sais quoi, alors tout de suite, on tire l'alarme et en fait, une fois que le bonhomme arrive, y rigolent, y font les marioles, c'est fréquent, j'ai vu ça souvent, c'est super des trucs comme ça ! Ça met de l'ambiance ..."

Ainsi, angoisses individuelles, monde omnivoyeur (1), accidents, simulacres d'incident ... le monde du "métro" contient tellement d'effets de destructuration psychique possibles que l'amélioration de son environnement et de son fonctionnement peut limiter sans jamais pouvoir les faire disparaître.

(1) Cette idée est fondamentale pour comprendre la régulation et la dérégulation des tensions affectives dans le métropolitain.

B. L'AVION

N'est-ce pas une certaine conception de la mort qui permet de prendre l'avion sans l'ombre d'une crainte ? Car, là aussi, le système est fiable, les dispositifs de sécurité sont particulièrement soignés et les appareils subissent des révisions régulières, contrôlées par VERITAS. L'avion en flammes demeure pourtant une image classique de la panique, et on connaît, d'après les études menées par le Colonel Chandessais, les types de réaction d'une foule prise dans un incendie. Les corps calcinés, dans l'avion, se retrouvent entassés près des issues de secours ...

"Quand je me dis : je vais crever dans l'avion, je suis calme !"

Cette petite phrase ne résume sûrement pas l'attitude de tous les usagers, mais ceux qui considèrent la mort accidentelle comme une éventualité présente à bien des moments de leur existence, limitent les risques d'avoir une peur terrible. Car celle-ci existe comme en attestent les "programmes de désensibilisation" organisés par des compagnies aériennes ("douze séances de psychothérapie de groupe où l'on apprend aux gens à se relaxer, à comprendre comment fonctionne un avion et ce qui s'y passe") (1). Aux U.S.A., on appelle ces

(1) Le journal "Biba" dit qu'en France "certains médecins ont adopté les méthodes américaines et mis au point un traitement individuel qui consiste après une relaxation profonde, à analyser de façon rationnelle les raisons de la peur puis à désensibiliser le sujet. Il s'agit de lui faire imaginer les situations les moins angoissantes dans ce domaine pour atteindre progressivement celles qui déclenchent en lui le plus d'inquiétude : l'arrivée dans l'avion ou le décollage ... Après le médecin substitue à l'idée de peur celle du plaisir : voyages, vacances, confort ...

organisations des "Fraidy-cats" (club des poules mouillées) ...
 Le point commun de telles opérations thérapeutiques, c'est
 le phénomène de substitution qui permet de déplacer (de faire
 glisser) les objets de phobie.

Ainsi, l'aviation civile aurait davantage ten-
 dance à pratiquer des "méthodes de sécurisation", mais celles-
 ci, comme on peut le constater, n'ont guère de rapport avec
 la sécurité elle-même. Prolongement de la "prise en charge"
 déjà réalisée par le discours infantilisant des hôtesses de
 l'air, la pratique thérapeutique se veut efficace et circons-
 tanciée. L'analogie avec le monde médical paraît à tous les
 niveaux :

- le baron (commandant de bord) est le patron ;
- les filles (les hôtesses) sont des infirmières ;
- les passagers s'en remettent au baron alors que
 l'appareil dépend essentiellement des techniciens à terre,
 des aiguilleurs du ciel ...

L'usager est "pris en charge" et les problèmes techniques sont
 oblitérés. Par opposition au métro, s'il peut être envahi par
 ses angoisses, il est tout de même dans une atmosphère qui
 vise à la plus grande des sécurisations.

*"Il y a des gens qui sont accompagnés par quelqu'un ; la personne est
 tellement paniquée, elle a besoin de parler, il y a même des gens qui
 applaudissent à la fin ..."*

Toutes les menaces (brouillard, trou d'air, orages ...) ne font qu'accentuer l'image d'un risque vécu par avance, comme irrémédiable.

"De toute façon, toute personne, ... même les gens qui le nient ... toute personne qui monte en avion a toujours un petit quelque chose ... Les gens joueront les fanfarons et diront moi je suis rassuré, c'est pas vrai, enfin moi j'estime que c'est humain ..."

Une étude (1) sur l'usage de l'avion pendant les intempéries et particulièrement le brouillard, montre bien que, malgré certaines appréhensions, les usagers s'en remettent à la technologie, c'est-à-dire aux pilotes, aux moyens de sécurité et à tous les dispositifs mis en place pour rendre à l'atterrissage, au vol et au décollage, les meilleures conditions. C'est un discours rationnel qui se forge : il est impossible que l'imprévisible ne soit pas lui-même prévu, grâce au pouvoir technologique. Ceci est à rapprocher de l'idéologie des films catastrophes : on se sauve d'une situation terrifiante qu'en se conformant aux ordres des responsables de la technocratie.

(1) Réalisée par I.T.A. (Institut du Transport Aérien)

C. LE TRAIN

Le train jouit d'un grand prestige si on le considère du point de vue de la sécurité. Il suscite, comme le métro, des effets claustrophobiques (et particulièrement avec le "train corail") mais ceux-ci demeurent limités. Les usagers ignorent également l'existence des dispositifs de sécurité et, par exemple, le "système de l'homme mort" reste peu connu ; toutefois les catastrophes ferroviaires semblent toujours reléguées à d'autres pays.

"Dans le train, on peut bouger, on peut parler. C'est un contexte plus serein et agréable. Personne n'a peur d'entrer dans un train".

Toutefois, il faudrait distinguer le trafic banlieue de celui des grandes lignes. On sait que la moindre perturbation (une grève, par exemple) dans un système aussi régulé, peut prendre des proportions de panique.

"Il y a quinze ans de ça, dans la gare de l'Est, j'ai assisté à un délire collectif. Les gens se jetaient sur les voies, il y en avait partout, les gens grimpaient sur les toits des wagons tellement ils attendaient depuis 2 ou 3 heures de pouvoir prendre un train et ne sachant plus trop qui ils étaient ni ce qu'ils avaient à faire. Ils montaient sur les toits des trains pour prendre un train !"

Chaque fois que se produit une perturbation de durée assez

longue, le premier phénomène qui fait problème est celui de l'accumulation de la foule, avec les risques de crises de nerf, de sensations d'étouffement etc ... Reste à savoir si c'est seulement l'incertitude qui engendre et ou augmente la tension collective. Incertitude quant à la durée de la perturbation, quant à l'assurance de rejoindre le lieu vers lequel on se dirige.

L'image de la sécurité, pour l'utilisateur, n'est pas dépendante exclusivement des systèmes de sécurité, elle participe du mouvement même de la sécurisation et de la manière dont il annule rétroactivement les effets des phobies, des angoisses ou des autres formes du stress. L'annulation rétroactive de tous les phénomènes traumatisants entretient un mode de désinvestissement. Mais ce qui provoque le mouvement de panique est en quelque sorte symétrique à celui de la sécurisation, c'est pourquoi la situation de perturbation induit immédiatement la représentation d'un état de "non-sécurité". A cette concomitance entre les mouvements paniquants et les demandes de sécurisation, comment les systèmes de sécurité peuvent-ils répondre ? L'accroissement des modalités de la "prise en charge" n'est peut-être pas la meilleure solution ...

II. LA CONFRONTATION ET L'ORIGINE DES PHÉNOMÈNES PANIQUANTS

Si on demande à des responsables des problèmes de sécurité ce qu'ils pensent de la panique, ils répondent à la fois qu'ils ignorent le problème et que, de toute façon, ils font tout pour qu'aucune panique ne se produise. C'est un mot "tabou", signe de l'impuissance à maîtriser une situation, alors que tous les moyens techniques permettent au contraire de légitimer l'existence d'un ordre rationnel dans le fonctionnement des transports en commun. Le désordre (perturbation possible), la destructuration (catastrophe, accident ...) sont perçus comme des erreurs de système, même si la faute est parfois imputable à l'homme (pilote, aiguilleur, technicien ...). Dans ce sens, la panique est l'effet d'une erreur de calcul, ou de l'irruption d'un événement tout à fait imprévu. Les angoisses des usagers sont d'un autre ordre, ils font partie de la vie quotidienne et du stress collectif ... Ainsi le phénomène paniquant, dans sa complexité, demeure éludé.

De leur côté, les usagers s'en remettent comme nous l'avons suggéré, avec une confiance sans pareille, aux dispositifs techniques pour leur sécurité et ils ne s'in-

quiètent pas, outre mesure, du fonctionnement même des réseaux et des appareils qu'ils utilisent. Le gestionnaire est confronté à l'idéal d'une amélioration constante de ce qu'il gère, l'utilisateur demeure lui confronté aux appréhensions, aux angoisses qui émergent avec l'usage de ses moyens de locomotion. Pas de rencontre possible dans leurs préoccupations ! L'ambiguïté commence toutefois avec les formes de la confrontation. Mais revenons à l'utilisateur (aussi fictif soit-il !) ... Là encore, l'univers du métropolitain paraît singulièrement prédisposé à faire re-surgir toutes les formes de phobie. Lieu-prétexte, il joue aussi le rôle de lieu-test : les gens viennent se confronter à leurs limites psychiques, par nécessité il est vrai, mais pour reconnaître "cette" manière dont l'angoisse se déclenche et jusqu'où elle peut aller. La colère collective serait démesurée s'il n'y avait pas l'enjeu d'une confrontation quotidienne, presque mécanique, à toutes les menaces de disruption des équilibres psychiques. Comment pourrait exister l'aquiescement collectif devant le fait que huit personnes sont rassemblées par mètre carré aux heures de pointe ? Au fond, cette acceptation collective, répétée chaque jour, de l'enfermement révèle le taux fantastique de résignation sur lequel repose le fonctionnement d'une société. Auto-contrôle des phantasmes, des éventuels "passages à l'acte", auto-contrôle que la foule dans l'univers du métropolitain apprend à maintenir quotidiennement.

Des lignes peuvent devenir "tabou" :

"La ligne Orléans-Clignancourt, je ne la prends plus, il fait chaud, il y a du monde, il y a des gens de tout gabarit, des gens qui fument du "H", des détraqués, la solution que j'ai prise, c'est une autre ligne"

Suffit-il d'avoir assisté à un suicide pour qu'une ligne devienne "tabou" ? Ou bien est-ce le genre de "population" transportée qui provoque l'évitement de l'usage d'une ligne ? Car la ligne "tabou" rassemble les représentations les plus figées et les plus déterminantes, elle concentre, aux yeux des usagers, tous les éléments les plus disparates, elle engendre des peurs par le brassage de population comme si tout se trouvait réuni pour qu'il "arrive quelque chose" ...

"Les lignes sont très différentes, ça me paraît fou que ça ne leur saute pas aux yeux et que ça n'entraîne pas un processus de révolte".

On sait que les types de population varient d'une ligne à l'autre en fonction des quartiers et que certaines lignes sont utilisées par une foule très hétérogène (marginaux, camés, immigrés ...) qui suscite, même chez les usagers qui s'en défendent, de la xénophobie. Aux phobies de la spatialité viennent se joindre, avec les lignes "tabou", celles de l'étranger, de l'agresseur, du raté ... celles qui se

crystallisent sur des corps représentatifs de la destruction sociale. Imaginairement, il existe aussi des lignes où "il arrive toujours quelque chose". Faut-il en déduire que certaines lignes subissent plus de perturbations que d'autres . Ou bien qu'elles connaissent un nombre plus important de suicides ?

Il y a les "jusqu'au boutistes", celles et ceux qui veulent voir comment ils résistent à toutes les agressions, comment ils contrôlent leurs phantasmes en les suscitant ... Chaque jour, elles ou ils recommencent l'expérience des limites et le lieu du métropolitain devient espace de l'auto-analyse. Il y a ceux qui jouent et provoquent "pour voir" mais l'incursion du ludique apparaît toujours comme une agression dans un monde qui s'endort sur ses angoisses. Il ne faut rien éveiller, tout est terriblement précaire, peurs et agacements sont latents, prêts à se manifester par la colère, la violence, la haine. L'apparente léthargie est un consentement tacite, elle limite les effets paniquants en provoquant le dégoût d'une résignation pour l'auto-destruction collective.

Oublier par tous les moyens qu'on est là : rêveries, programmes, calculs, réflexions ... ou alors on joue au jeu de la peur. On la provoque en s'imaginant bien des figures

de la dangerosité et il suffit d'un arrêt prolongé pour que le jeu s'active. Le jeu peur/sécurisation est particulièrement adapté à l'espace du métropolitain dans lequel la demande de sécurisation, de "prise en charge" vient en quelque sorte se confronter elle-même à l'excitation de la peur. Cette panique de la panique garde en soi un côté attractif puisqu'elle révèle la part de l'inconnu que chacun souhaite à tout instant se voir dévoiler. Et cette part, à la fois ludique et tragique, se communique d'un corps à l'autre dès qu'une situation le permet. Blocage ou attraction devant l'étrangeté des comportements vont de pair, de telle manière que, s'il ne se passe rien l'angoisse n'en est pas pour autant neutralisée. Même en étant à l'image de cette léthargie collective ("on nous roule") la résignation (forme actuelle de la fatalité) demeure complexe puisqu'elle ne peut jamais exclure une séduction presque originaire pour les effets de destruction. Collectivement, la foule ne cesse de s'approcher des limites de la "grande panique" sans jamais y sombrer. Le mécontentement exprimé à l'égard du métropolitain à la fois comme moyen de déplacement et comme espace en soi n'est pas clair, il traduit bien l'ambiguïté de la relation du sujet à une foule, que celle-ci soit ou non annonciatrice d'une menace ...

Dans l'avion, la confrontation se fait, comme nous l'avons dit par rapport à la mort, mais aussi elle suppose un consentement anticipant à l'inéluctable. C'est pourquoi l'avion reste propice à l'émergence des phénomènes paniquants embryonnaires.

"Une fois l'avion avait cinq heures de retard. Il y a eu une série de trous d'air. On était un peu chahutés mais comme ça c'est vite passé ... Quatre ou cinq trous d'air et chaque fois les gens poussaient des petits cris ..."(1)

Trois facteurs semblent essentiels à la réaction paniquante dans le cas d'une incertitude provoquée par un incident (aussi différent soit-il) : la contingence, l'imminence et l'inéluctable. Dans l'esprit de l'utilisateur, le danger peut être ou ne pas être, pourtant il est là, sous forme d'une menace active, et il paraît presque assuré qu'il puisse conduire à des conséquences graves.

Dans un avion qui paraît indubitablement devoir se poser sur la mer, à la suite de l'arrêt des moteurs, l'effet de contingence correspond bien à l'éventuelle possibilité de reprise de fonctionnement des moteurs (ce qui est arrivé plusieurs fois). La contingence dans une catastrophe possible est une sorte de limite aux risques de panique,

(1) Nous étudierons le rôle du "cri" dans les phénomènes paniquants.

puisqu'il est sur elle que repose l'espoir d'une issue : le renversement de situation est inscrit dans la situation elle-même. Mais cet effet de contingence est lui-même neutralisé par la forme inéluctable de la situation : les risques de mort se précisent de plus en plus vite en sorte que tous les possibles tombent dans le même instant. La vision de la fin inéluctable engendre, par anticipation, les réactions de panique. Dès le moment où la certitude absolue d'une mort, dans des conditions souvent atroces, vient s'inscrire dans le corps, la panique se propage indéfiniment sans qu'aucun moyen de contrôle ne puisse l'arrêter. Bien plus que la peur de mourir, c'est celle de l'étouffement, de l'écrasement, du déchiquetage du corps qui s'empare de la foule et contre celle-ci, les dispositifs de sécurité ne peuvent rien. Le phénomène de simultanéité temporelle qu'introduit le début d'une panique fait coïncider l'imminence d'un danger et la forme inéluctable de la situation créée.. L'imaginaire de la confrontation à une menace de destruction ou de mort existe en puissance, il est indéfiniment ré-activé par les moindres incidents.

III. RÔLE ET PERCEPTION ÉVENTUELLE DES DISPOSITIFS DE SÉCURITÉ

"Je me mets à la place des gens qui décident des consignes de sécurité ... de toute façon quand je suis dans un avion je suis tellement à la merci du pilote et de tous les gens qui sont autour que je suis obligé de faire confiance ... donc s'il est parti avec des dispositifs de sécurité ... je suis complètement à sa merci alors ... je ne les connais pas ... mais je vois qu'avec la combinaison de ces systèmes je me permets de voyager sans pour l'instant m'être cassé la figure et j'espère que ça va continuer quoi ... j'espère que ça va continuer ..."

Méconnaissance des dispositifs de sécurité, confiance absolue (ou presque) et puis cette formule conjuratoire ! Par ce dernier recours, c'est l'appel incantatoire qui se manifeste : "pourvu que tout se passe bien, puisque tout est là pour que rien n'arrive".

Par contre le train inspire une confiance qui ne fait pas appel à de tels effets conjuratoires, au-delà de l'optimum de fonctionnement des systèmes de sécurité.

"Le train est un moyen de transport qui est sécurisant, par construction. Parce que c'est un truc qui se balade au niveau du sol, ça a un caractère presque impersonnel le train, c'est très long, bon mettons, la SNCF a des normes de sécurité qui sont draconiennes ... c'est comme s'il y avait une portion de terrain qui se déplace dans l'espace. Je monte dans un train comme je monterai dans un immeuble ... ça serait un peu comme si un immeuble se déplaçait ... je ne sais pas, je ne suis pas électronicien, mais on a l'impression du fait du contact matériel en chemin de fer et de son infrastructure que la sécurité est assurée d'une manière directe ..."

Les systèmes de sécurité peuvent ou non être perçus mais leur présence est évaluée dans l'esprit de l'utilisateur, d'une manière souvent qui ne correspond pas à leur réalité technique. Ils sont surtout reconnus comme des signalements possibles d'une perturbation ou d'un danger et non comme des moyens d'éviter effectivement l'incident ou la catastrophe.

Mais la question de la sécurité repose sur des malentendus : l'infantilisme et la sécurisation ne sont pas nécessairement complémentaires ; la reconnaissance des moyens de sécurité ne neutralise pas toujours l'angoisse ... La contradiction la plus virulente apparaît entre la sécurité et le contrôle qui, par leur relation, font vivre les possibilités de sécurisation sous le mode de la contrainte et de la nécessité. Dans le métro, contrôle et sécurité qui devraient être deux opérations distinctes demeurent sans cesse confondus au point que les seules images de sécurisation finissent par être les opérations de contrôle elles-mêmes. Les opérations de contrôle révèlent aux usagers le fonctionnement de l'appareil policier qui n'est pas toujours rassurant. La dissociation nécessaire entre sécurité et contrôle devrait rendre plus aisées les réponses techniques et humaines à la demande de sécurisation. Le contrôle implique une soumission de plus en plus forte. C'est donc dans l'univers du métropolitain que s'apprennent toutes les figures de la rési-

gnation sociale. La provocation des dispositifs de sécurité répond de manière mimétique à la compulsion d'agression et à l'obsession de la sécurité. Et la régression infantile qui peut apparaître dans la demande de sécurisation est susceptible d'être dénoncée par les gestionnaires eux-mêmes qui reprochent aux "usagers" de ne pas se prendre en charge ... C'est également un moyen de renforcer les appareillages de contrôle. Dès lors, comment la sécurité pourrait-elle être autre chose qu'un alibi du contrôle ?

L'information sur les consignes de sécurité (dans l'avion essentiellement) et la connaissance plus approfondie des systèmes techniques qui permettent de se sécuriser ne sont pas du même ordre. L'utilisateur dispose en fait de la reconnaissance de quelques moyens qui se résument, pour le métro comme pour le train, au signal d'alarme qui fonctionne un peu de la même manière qu'un signal magique. La seule puissance que l'utilisateur peut exercer sur le réseau c'est de l'arrêter par un geste. Entre cette position extrême et sa passivité la plus absolue, il n'y a rien. Pareille démesure renforce l'imaginaire de l'insécurité et augmente le risque des conduites les plus infantilisantes et les plus inadaptées en cas de danger. En le considérant de la sorte, les gestionnaires ne peuvent attendre de "l'utilisateur" que des réactions de panique et ils

se chargent de les limiter en développant le système de sécurité et en améliorant l'environnement comme figure de la sécurisation.

Ce n'est pas étonnant alors si les angoisses, les phobies, ou les obsessions prennent la forme d'un mouvement paniquant intériorisé, toujours prêt à exploser mais contenu grâce à l'éviction des perturbations trop graves. Ce mouvement inquiète les gestionnaires : il suffit d'une recrudescence des agressions dans le métro, ou des suicides pour que des études conjuratoires soient entreprises. Seulement la parcellarisation de tous ces problèmes ne fait que déplacer le mouvement paniquant d'un objet à l'autre sans qu'il ne soit jamais pris en compte dans sa totalité.

F. BOUVIER

Département Ergonomie et Ecologie

Centre d'Education Permanente

PARIS I

LA PERCEPTION DE L'ESPACE

Résumé

La perception de l'espace pose-t-elle un problème ? Et plus particulièrement, en ce qui nous concerne, pose-t-elle problème au concepteur à l'architecte, à l'organisateur. Ils élaborent des espaces, logements, équipements ou villes, qui seront parcourus, utilisés et vécus par d'autres qu'eux . Dans cette optique la perception de l'espace poserait à fortiori problème à l'ergonome, confronté aux espaces industriels ou tertiaires élaborés par ces mêmes concepteurs et prestataires de service, à la demande des ingénieurs ou gestionnaires, mais réellement mis en oeuvre et vécus par les exécutants, ouvriers et employés.

La question qui se pose alors à nous est de savoir si la perception des espaces influe sur la façon de les vivre. En d'autres termes la facilité d'exécution d'une tâche peut-elle être modifiée par la perception que l'on a de l'extension volumétrique de cette action et par la perception de l'espace environnant. Nous sommes alors ramenés à une problématique relativement classique de physiologie du travail : les conditions d'ambiance, telles que nous les percevons par nos sens, influent sur l'individu ; elles augmentent ou allègent la charge physiologique globale du travailleur, et pèsent par là sur sa productivité, sa fatigue et les risques d'accidents ou de maladies liés au travail.

En fait une telle problématique ne se révèle pas si simple.
La seule prise en considération de ce que l'on appelle couramment les illusions d'optique, nous fait comprendre que l'espace ne s'impose pas définitivement par lui-même. Ainsi l'espace ne se mesure pas avec les yeux comme le poids se mesure par son effet sur la tension des muscles. Un traitement de l'information reçue par nos yeux est nécessaire. Aussi est-on amené à associer à la perception de l'espace, ce que l'on désignera par sa représentation.

Nous serons donc amené, avec les physiologues et les psychologues, à étudier comment se structurent les différentes informations qui concourent à cette représentation de l'espace. Quels sont tout d'abord les sens qui participent à l'analyse et l'exploration de l'espace, puis comment leurs diverses participations s'associent. Si l'expérimentation sur l'animal nous permet de préciser certaines caractéristiques des organes des sens, quelquefois transposables à l'homme, il serait en fait abusif de généraliser et de passer systématiquement du comportement animal au comportement humain. C'est pourquoi on s'adressera maintes fois à la pathologie humaine pour préciser, en étudiant les effets de certains désordres physiologiques, les modes de traitement et l'importance des divers stimuli. En fait le traitement à un instant donné se fait selon des canaux qui préexistent à la perception, aussi doit-on chercher dans le comportement des enfants comment se structure et se construit l'espace.

On voit alors que la perception de l'espace, l'impression que nous retirons de nos sensations ne dépend pas seulement de l'espace lui-même tel qu'il est, mais aussi de l'expérience antérieure que l'on a, des pré-supposés que l'on s'en fait. A cet égard les phénomènes d'orientation dans l'espace, de repérage, de choix d'un chemin sont significatifs du rôle que la représentation de l'espace, l'image que l'on s'en donne, joue dans l'usage que l'on en fait. Au delà de ce vécu physique de l'espace, les projections sociales dont on le marque dans notre image mentale, les filtres que notre culture impose à la perception de l'espace physique, agissent aussi sur le comportement des individus. Nous nous intéresserons là particulièrement à la représentation qu'ont les citoyens de leur cadre bâti et à la structuration de celui-là, à partir de l'image de la cité, par les choix individuels et collectifs en matière de logement et d'activité.

Ceci nous amène alors à passer du champ de l'espace géométrique à l'espace symbolique, à chercher quels conflits peuvent naître de la confrontation dans un même lieu des espaces de divers groupes. Ainsi peut-on aborder certains dysfonctionnement ou certains conflits liés à la pratique de l'espace par des groupes contrastés ou opposés, ou à l'inadéquation de l'espace architectural à l'espace fonctionnel ou à l'espace effectivement vécu.

Ainsi, comme pour les bactéries qui nagent vers la lumière, les larves de mouches qui au contraire la fuient, les escargots et vers de vase qui se déplacent avec l'humidité du milieu, on éloignera, par la distance ou par des masques, les ouvriers des fours et des sources de chaleur trop intenses ; on soustraira de façon semblable les ouvriers aux bruits nocifs, aux salissures, poussières et autres nuisances. Encore l'expérience montre-t-elle que la mise à disposition de procédés de protection n'entraîne pas toujours leur mise en oeuvre ; alors que la distanciation, la séparation physique, liée à l'organisation de l'espace est, elle, définitivement efficace. C'est dans cette ligne de pensée que pourra se développer, conjointement à la recherche de l'efficacité de la production, de l'adéquation du local à la tâche avec son corollaire de plus grande productivité, l'organisation de l'espace de production. Or cette organisation spatiale, répartition sur le terrain des divers postes, de la succession des opérations et procédés, traduit bien autre chose que la seule résolution des nuisances et des contraintes, elle traduit toujours et presque inéluctablement l'organisation du travail lui-même, les rapports hiérarchiques et la forme sociale de l'entreprise qui habite les locaux ou l'espace aménagé.

Le conflit entre l'espace physique et l'espace social ne peut se résoudre seulement par une action dans l'un ou l'autre de ces espaces. On dit couramment qu'ils ne sont pas sur le même plan, et par là-même - cette projection mentale d'une géométrie euclidienne, faite de parallélisme, d'espaces indéfinis ne se touchant jamais - on justifie de n'opérer que dans l'ordre physique, ou que dans l'ordre mental. Or ces deux domaines agissent l'un sur l'autre, et sont structurés par des systèmes de liens de conséquences et de rétroactions qui en ordonnent globalement la stabilité et la dynamique. On ne peut donc espérer agir efficacement, en matière d'aménagement de l'espace, qu'en prenant globalement en compte le système physique et social de la production et de la perception de l'espace.

Conclusion

Il est tout à fait courant lors de la conception ou de l'aménagement de locaux de travail de devoir arbitrer des demandes fonctionnelles contradictoires, de mettre au point des compromis entre plusieurs usages ou modes de fonctionnement. Cela n'étonne pas les concepteurs, organisateurs, ingénieurs de bureaux d'études ou architectes ; cela fait partie intégrante de leur pratique professionnelle. Ce qui surprend en revanche, c'est l'explosion plus tardive, et souvent pour des lieux qui n'apparaissent pas à priori devoir susciter des compétitions, de conflits ou de dysfonctionnements qui se révèlent vite devoir être, pour une bonne part, attribués au traitement de l'espace. Il faut en chercher la cause dans le décalage entre plusieurs espaces cohabitant dans le même lieu.

L'espace réel, l'espace physique, ne peut être conforme à l'espace imaginé par le concepteur et encore moins à celui sur lequel travaille effectivement l'architecte, qui est un espace symbolique dans sa représentation sur le papier, un espace tout intellectuel dans son élaboration. L'espace réel ne saurait non plus coïncider ni avec l'espace vécu par ses habitants, celui qu'ils parcourent, qu'ils utilisent, qui les contraint, ni encore moins avec l'espace mental qui sous-tend chacun de ces actes, l'image de l'espace que les utilisateurs s'en font et qui leur sert de guide ou de référentiel pour y pouvoir agir. Cette image mentale de l'espace résulte à la fois de ce que l'on perçoit de l'espace réel à travers nos sens, et du traitement mental que nous faisons subir à nos stimuli sensoriels, c'est à dire des grilles de lecture, des schémas mentaux préétablis, formés tout au long de notre apprentissage.

La perception de l'espace en tant que tel ne nous pose pas de problème de fond, c'est sa représentation qui nous en pose. Ce sont les projections, d'un autre ordre que spatial, sur l'espace proprement dit qui suscitent difficultés. La prise en compte des critères physiques de l'espace appelle de notre part des réponses que nous qualifions d'ordre technologique, et qui sont de ce fait assez simples à mettre en oeuvre. Tandis que les implications psychologiques des éléments spatiaux imposent une démarche plus complexe.

Bibliographie

- Psychologie de la forme
KÖHLER (W)
Gallimard, coll. idées, Paris 1964, 18 cm, 373p. bibliogr.
- De l'espace corporel à l'espace écologique
BRESSON (F) et alii.
P.U.F. coll. Psychologie d'aujourd'hui, Paris 1974, 22 cm, 332p. bibliogr.
- Human aspects of urban form
RAPOPORT (A)
Pergamon Press, Oxford 1977, 25 cm, 438p. bibliogr.
- La psychologie de la forme
GUILLAUME (P)
Flammarion, Paris 1937, 21 cm, 234p. bibliogr.
- La construction de l'espace
PINOL - DOURIEZ (M)
Delachaux et Niestlé, Paris 1975, 21 cm, 240p. bibliogr.
- La dimension cachée
HALL (E.T)
Le Seuil, Paris 1971
- L'espace et l'individu, la famille, le groupe, la communauté
GUTTON (A), AUZELLE (R) et alii
Séminaire et atelier Tony Garnier, Cahier 66-67, Paris 1969
20 cm, 335p. bibliogr.
- La perception de l'espace urbain
BAILLY (A.S)
C.R.U., Paris 1977, 21 cm, 263p. bibliogr.
- La ville, symbolique en souffrance
DARD (Ph) et alii
C E P, Paris 1975, 23 cm 261p. bibliogr.
- Espace urbain et image de la ville
BAUHAIN (Cl) et alii
I.S.V. Paris 1970, 29 cm, 28p., bibilogr.

- Analyse de l'espace architectural
RAYMOND (M) et SEGAUD (M)
RAUC, Paris 1970, 27 cm, 109p. bibliogr.
- Conflicting experience of Space
4ème Int. Architectural Psychology Conference
Louvain - La - Neuve, Juillet 1979
- Psychosociologie de l'espace
LECUYER (R)
Année psychologique, 1975, pp. 549 - 573 et 1976 pp. 563 - 596 bibliogr.
- Adaptation de l'homme à l'espace, adaptation de l'espace à l'homme
LECUYER (R)
Le travail humain tome 39, N° 2/1976, pp. 195 - 206 bibliogr.
- L'ergonomie du cadre bâti
SPERANDIO (J.C)
Le travail humain tome 39, N° 2/1976 pp. 227 à 248 bibliogr.
- Géographie et perception
CLAVAL (P) et alii
L'espace géographique N° 3, 1974, 179 - 240
- Tissus urbains et règlements d'urbanisme
MARTINEZ (D) et alii
IAURP, vol. 24, juillet 1971, 30 cm, 225p
- La réalisation spatiale du désir et de l'image spatialisée du besoin
BURLIN (C)
RAUC, Paris 1970, 30 cm, 32p. bibliogr.
- Appréhension des relations spatiales et lésions cérébrales chez l'homme
BLANC - GARIN (J) et JULIEN - BENICHOU (S)
L'année psychologique 1976, pp. 515 - 540 bibliogr.
- La représentation cognitive : quelques modèles récents
DENIS (M) et DUBOIS (D)
Année psychologique 1976, pp. 541 - 562

- Influence des bâtiments sur les relations sociales du travail
GALLINO (M.L)
in La conception Ergonomique des bâtiments industriels, Paris 1963
pp. 183 - 189
- La représentation de l'espace urbain
PAILHOUS (J)
P U F, coll. Travail Humain, Paris 1970, 24 cm, 102p. bibliogr.

QUELQUES OBJECTIFS DE L'ETUDE DES SYSTEMES "HOMME-AUTOMATE"

Questions de psychologie, N°1, 1961

K.LEONTIEV, A.LERNER

(Institut d'automation et de télémécanique, Académie des Sciences de l'U.R.S.S., Moscou)

D.OCHANINE

(Institut de psychologie de l'Académie des Sciences pédagogiques de la R.S.F.S.R., Moscou)

Le développement des télécommunications, de l'informatique et de l'automation a débouché sur la création d'appareils capables de contrôler et de réguler des processus, donc de remplir des fonctions de direction que l'on croyait récemment encore relever exclusivement de l'activité humaine.

Il ne faut pas penser pour autant que les dispositifs automatiques de commande visent à faire disparaître l'homme de la sphère de la direction. Les systèmes dits " de commande automatique" ne sont en réalité que des systèmes automatisés " homme-machine ", dans lesquels l'homme, doté d'un matériel très sophistiqué, continue à jouer son rôle de maillon décisif. Dans des domaines tels que l'énergie, l'aéronautique et l'astronautique, la technologie des métaux, le génie chimique, et dans bien d'autres encore, le progrès technique a brusquement accru l'importance de plusieurs facteurs liés à la co-participation de l'homme et des automatismes dans l'univers de la commande. Ainsi, dans le cadre d'une direction centralisée de réseaux électriques interconnectés, les fonctions de dispatching, au niveau du poste central de commande, deviennent de plus en plus compliquées : on voit croître le volume des informations nécessaires au dispatcher pour prendre une décision judicieuse, le nombre de solutions possibles pour chaque situation donnée se multiplie, et il est difficile d'opérer un choix quant à la solution optimale. Dans la navigation aérienne, l'accé-

lération de la vitesse de vol et l'évolution très rapide des situations font que le pilote dispose de très peu de temps pour prendre ses décisions. Dans le laminage, la sophistication des technologies, les gains de productivité réalisés sur les laminoirs réversibles et continus, la multiplication des organes de commande, sont autant de facteurs qui rendent la tâche de l'opérateur très difficile.

Dans les exemples ci-dessus, comme dans de nombreux autres cas, les fonctions assurées par les automatismes et les hommes sont tellement imbriquées qu'il devient impossible de poser et de résoudre correctement les problèmes de la commande si on se limite aux seuls aspects techniques, sans prendre en considération les facteurs psychologiques et physiologiques liés à la participation humaine dans les processus de commande.

Le couplage de l'homme avec "l'automate" en un système unique de commande nécessite une étude approfondie de toutes les corrélations complexes qui se créent entre l'homme et la machine dans le cadre de leur fonctionnement conjoint. C'est la cybernétique, science étudiant les principes généraux de la commande dans les organismes vivants et les machines, qui fournit un fondement théorique à l'étude du système "homme-automate" en tant qu'entité fonctionnelle. A l'heure actuelle, une telle étude est non seulement possible au niveau de la théorie, mais indispensable sur le plan pratique : elle constitue la prémisse décisive pour le développement de toute une série de branches d'activité très importantes.

Dans l'étude du système "homme - automate" il importe de se garder de tout glissement vers l'une de ces deux tendances, également pernicieuses bien qu'opposées : l'*anthropomorphisme* (tentatives de reproduction pure et simple des fonctions psycho-physiologiques de l'homme lors de la conception des dispositifs automatiques) et le *mécanicisme*, qui ignore la spécificité des organismes vivants et de l'homme en particulier, et qui considère l'opérateur d'un système de commande comme une sorte de mécanisme sans âme.

Le problème du couplage de l'homme et de l'automate en un système cohérent doit être posé en des termes qui tiennent compte de la spéci-

ficité tant du facteur machine que du facteur humain. Sa solution optimale implique d'exploiter judicieusement les avantages relatifs offerts par chacun des deux.

On ne saurait oublier ici la place particulière qui revient au facteur humain dans les systèmes automatisés. Le constructeur ne peut réaliser une synthèse des particularités psycho-physiologiques de l'homme comme il le fait pour les performances des machines. Bien que les caractéristiques fonctionnelles de l'homme puissent être plus ou moins modifiées et évoluer conformément à un but précis, l'opérateur qui intervient dans un système de commande a déjà un certain nombre d'aptitudes relativement stables. Dans l'étude et la conception des systèmes, il s'agit donc essentiellement de tirer le meilleur parti des qualités de l'opérateur, à l'aide de moyens techniques appropriés. En d'autres termes, en concevant des dispositifs techniques qui impliquent la participation humaine, on tiendra compte de certaines particularités de caractère physiologique et psychologique.

Par conséquent, *concevoir un système optimal comprenant l'homme et l'automate, c'est rechercher le maximum d'efficacité en fonction des limites propres tant aux dispositifs techniques qu'à l'homme.* La place à accorder à l'homme et les conditions de son activité doivent être choisies de façon à rendre son travail intéressant, aisé et conforme aux impératifs d'hygiène.

L'ensemble des problèmes afférents au système " homme - automate " ne pouvant être abordé dans les limites d'un seul article, nous nous bornerons à un bref examen de ceux qui ont trait à l'échange d'informations entre l'homme et la machine.

+ + +

Pour que l'homme puisse diriger un phénomène quelconque, il est nécessaire qu'un reflet de ce phénomène se forme dans son cerveau. Le reflet subjectif des phénomènes sous forme de sensations, perceptions et pensées, lui procure l'information indispensable pour commander, c'est-à-dire, agir activement sur un phénomène, un processus, de façon à parvenir à un but précis.

Cette activité de commande se réalise avec plus ou moins de succès selon :

- la quantité d'information utile offerte par le reflet (médiatisé ou non par une expérience antérieure), c'est-à-dire, ce que le phénomène permet de ressentir, de percevoir et de penser, à quel moment et comment ;
- la façon dont l'information reçue est mise en oeuvre : vitesse, précision et fiabilité de la réaction de l'homme aux phénomènes qui se reflètent au niveau de ses sensations, perceptions et pensées.

Le processus relatif au reflet d'un phénomène objectif commence par l'effet immédiat que ce dernier (ses différents aspects, étapes et particularités) exerce sur les terminaisons périphériques, les "entrées" des analyseurs, canaux naturels de communication de l'homme avec le monde extérieur.

Les objets et les phénomènes de la réalité, leurs différents aspects, facteurs et propriétés qui exercent un effet sur les analyseurs, sont communément désignés par "stimuli". Les stimuli ayant une signification fonctionnelle, c'est-à-dire qui portent en eux une certaine information utile sur le phénomène contrôlé et qui réclament une réponse en retour, sont désignés par le terme "stimuli-signaux".

L'efficacité d'un processus de commande est déterminée avant tout par la quantité et le caractère des stimuli-signaux retenus.

Lorsque l'ouvrier exécute des opérations manuelles, il ne peut avoir recours qu'à des outils élémentaires qui lui permettent de manipuler directement les objets de travail. Face à la multitude des stimuli existants, il est amené à rechercher et à sélectionner les stimuli-signaux,

ou, en d'autres termes, les stimuli qu'il suppose être fonctionnellement les plus signifiants et susceptibles de le conduire au meilleur résultat dans l'accomplissement de sa tâche. Le rôle décisif, dans ce contexte, revient souvent au stéréotype dynamique qui se crée spontanément, ainsi qu'à l'expérience personnelle de l'ouvrier et à l'expérience collective qu'il a assimilée au cours de sa formation professionnelle.

Il en va autrement lorsque les opérations exécutées correspondent à des niveaux techniques plus élaborés. En règle générale, toute la panoplie des signaux se trouve alors reportée sur les postes de commande. L'opérateur ne participe plus au choix des stimuli-signaux, puisque ceux-ci sont déterminés par les spécialistes qui assurent l'étude et la conception des machines et installations.

Aussi les problèmes concernant le choix des stimuli-signaux les plus efficaces et l'organisation de leur présentation à l'opérateur, alors que celui-ci oeuvre à sa tâche, doivent être solutionnés cas par cas et à l'aide de moyens techniques.

Il est bien entendu que le choix des stimuli-signaux dépend dans une large mesure des conditions de leur utilisation pour la commande, des performances du matériel et du déroulement spécifique du processus contrôlé.

Cependant, l'efficacité des stimuli dépend aussi de toute une série de facteurs et de lois d'un caractère plus général, notamment, de certaines particularités psycho-physiologiques de l'appareil nerveux, des organes des sens en tout premier lieu. L'étude systématique de ces lois générales permet de se prémunir, lors de la conception de systèmes automatisés de commande, contre des erreurs qui pourraient nuire à la sécurité, à la fiabilité et à la productivité des systèmes à asservir.

On sait par exemple que, toutes choses égales d'ailleurs, à des *modalités* différentes des stimuli-signaux (stimuli visuels, auditifs, tactiles) correspond un temps différent (notamment, en ce qui concerne la période de latence des réactions, de même qu'une variabilité différente de ce temps. Mais comme le temps de réaction à un stimulus-signal est

considéré à juste titre comme l'un des principaux critères de son efficacité, l'étude systématique, sous cet angle, de l'efficacité relative des différentes modalités de stimuli-signaux dans le cadre des dispositifs d'affichage et de signalisation présente un grand intérêt pratique, notamment dans le cas d'opérations rapides où des intervalles temporels extrêmement réduits peuvent jouer un rôle décisif.

Il n'est pas moins important d'étudier l'efficacité relative de certaines caractéristiques *sensorielles* des stimuli-signaux : intensité, forme, grandeur et couleur pour les signaux visuels ; hauteur, volume et timbre pour les signaux auditifs, ainsi que leurs caractéristiques temporelles et spatiales : durée, discontinuité ou continuité, éloignement, orientation, etc.

S'il est nécessaire de distinguer, au cours de l'exécution, des stimuli d'une même modalité proches par leurs caractéristiques sensorielles, la prise en compte des seuils différentiels propres à la sensibilité correspondante s'avère être décisive.

Le degré de *complexité* des stimuli-signaux n'est pas sans incidences sur leur efficacité. L'utilisation, dans les systèmes de commande, d'ensembles de signaux dont les constituants représentent soit une seule, soit plusieurs modalités (c'est le cas, notamment, pour les signaux lumineux et sonores combinés) nécessite une étude expérimentale systématique des différentes catégories de relations intrinsèques. On peut affirmer, par exemple, que les processus de perception des stimuli-signaux complexes dépendent beaucoup plus qu'on n'aurait pu le supposer, de la présence ou de l'absence en eux de composants infraliminaire échappant à la conscience.

L'un des problèmes majeurs en matière de transmission d'informations de la machine vers l'homme, consiste à choisir un "langage", c'est-à-dire, un mode de codification des messages. Dans les systèmes simples, où les différents états se traduisent par un petit nombre de données, la forme de codage peut être déterminée par un procédé purement empirique. Il en va autrement dans les systèmes complexes développés aujourd'hui, où la représentation des situations doit faire appel à une multitude d'informations. Le choix d'un langage approprié à ces systèmes implique la mise

au point de méthodes scientifiques très ingénieuses.

Nombre de problèmes psychologiques importants sont liés à la question du *volume des informations destinées à l'opérateur*. La quantité d'informations que l'homme peut recevoir et assimiler en une *unité de temps*, est naturellement limitée. Aussi l'acheminement de l'information doit-il être conçu dans un souci de rationalité et d'économie.

En ce sens, on peut dire qu'une grande importance s'attache à l'étude des possibilités techniques permettant de limiter l'attention de l'opérateur exclusivement aux facteurs dont la prise en compte est indispensable pour commander l'exécution de la tâche au moment donné. Il n'est pas moins important, par ailleurs, de déterminer une certaine redondance des messages pour parer à l'éventualité de pertes d'informations en cas de perturbations : disfonctionnements, distorsions, brouillages, etc.

Les recherches psycho-physiologiques sur la corrélation des sensations ont révélé la multitude des effets que les analyseurs exercent les uns sur les autres. Il faut donc s'interroger sur la possibilité d'une présentation combinée, à l'opérateur, de stimuli de modalités différentes pour contrôler le débit de ses "canaux" naturels de communication avec l'environnement.

La question du volume d'information est étroitement liée au très important problème de la *sémantique des stimuli-signaux* en tant que porteurs d'information sur le processus concerné.

N'étant pas en mesure d'absorber une grande quantité d'information en une unité temps, l'homme compense cette insuffisance par des modes de traitement très efficaces. Le rôle décisif revient ici au caractère actif du reflet des phénomènes de l'environnement par le cerveau humain, à sa capacité illimitée de réinvestir dans le processus de reflet l'expérience antérieure, tant individuelle que collective, fixée dans les mécanismes de la mémoire sous la forme d'un savoir généralisé. Le choix des stimuli-signaux et l'organisation de leur présentation au fur et à mesure des opérations (ordre de succession, distribution dans le temps) en acquièrent d'autant plus d'importance. Il s'agit, en fait, de faciliter l'activation des systèmes de connexions nerveuses en organisant au mieux l'arrivée de l'infor-

mation. Il est évident que la solution optimale ici ne saurait être trouvée en dehors des lois de la formation et de la restitution de l'image des phénomènes reflétés dans le cerveau, dans les processus de perception, de représentation et de pensée opérative.

En relation avec cela, on est amené à se demander : vaut-il mieux avoir une signalisation continue ou discontinue (discrète) ? Dans ce deuxième cas, quel doit être le pas de quantification de l'information ? Quand, dans quelle mesure et sous quelle forme faut-il faire figurer au tableau l'historique du processus comme point de départ pour une extrapolation ?

La présentation de l'information doit être organisée tant en fonction du *temps* dont l'opérateur disposera pour son traitement ultérieur qu'en rapport avec le *caractère* même de ce traitement.

Il importe donc, d'une part, de définir le rapport optimal entre la puissance du flux d'information et le temps réservé à la prise de décision en régime normal et en cas d'incident ; de trouver les meilleurs moyens pour représenter la situation (consoles, panneaux, cartes, etc.) en prévision des cas où il est nécessaire de l'évaluer très rapidement. D'autre part, il faut aussi déterminer les meilleurs modes de signalisation selon la nécessité, les particularités et les conditions de traitement au niveau du *second système de signalisation*. Dans un tel traitement, en effet, les signaux extéroceptifs, en tant que stimuli du premier système de signalisation, nécessitent un transcodage spécial pour opérer la transition du premier système de signalisation au second. Il semble évident que l'information doit être présentée de façon à simplifier au maximum, pour l'opérateur, le processus de transcodage des signaux extéroceptifs. A cet effet, il faut créer des conditions de perception des stimuli-signaux favorisant au mieux la concentration, l'activation de la pensée, etc. On doit également s'interroger sur les possibilités d'affichage par recours au second système de signalisation, etc.

A l'heure actuelle, les questions psycho-physiologiques liées à la rationalisation du processus de transfert d'information de l'opérateur à la machine se trouvent de plus en plus reléguées à l'arrière-plan par suite des progrès rapides en matière de mécanisation et d'automatisation des fonctions d'exé-

cution.

La nécessité de réduire de plus en plus l'élément moteur des opérations de travail humain confère un intérêt particulier à l'étude des possibilités d'une commande *verbale* du matériel, avec un nombre limité de directives et un traitement sémantique des signaux verbaux.

Pourtant, les cas sont encore nombreux aujourd'hui où l'étude comparative des organes de commande des machines garde toute son importance : elle permet, en effet, de mettre en évidence les exigences que ceux-ci présentent envers la sensorimotricité de l'homme ; de définir les conditions de manipulation d'un organe de commande en fonction de ses caractéristiques concrètes (dimensions, etc.) ; de fixer une limite raisonnable à la concentration des organes de commande et de déterminer la meilleure façon de les disposer les uns par rapport aux autres, lorsqu'ils sont montés sur des mécanismes compliqués, etc.

L'étude des questions que nous venons d'énumérer et qui concernent aussi bien les transferts d'information de la machine à l'homme et vice versa que le traitement de l'information par l'homme, doit déboucher sur l'énoncé de *principes psycho-physiologiques généraux* pour la conception rationnelle de tous pupitres de commande, tableaux de signalisation et dispositifs d'affichage.

* * *

La capacité de travail et l'efficacité de l'opérateur sont largement tributaires de l'*environnement* dans lequel s'exerce son activité. Cela s'explique avant tout par l'effet direct de cet environnement sur l'organisme humain et en particulier, sur le système nerveux. En outre, la multitude de stimulations secondaires venant de l'environnement forment un *arrière-plan perceptif*, parfois très sensible, qui peut soit favoriser l'activité, soit au contraire, produire un effet négatif, gênant la concentration, la perception des stimuli-signaux et par conséquent, l'exécution des tâches.

Ces contraintes imposent la nécessité d'étudier dans quelle mesure les

processus de réception et de traitement de l'information utile peuvent dépendre de celle fournie par l'arrière-plan, compte tenu de facteurs tels que la présence ou l'absence de brouillages, leur caractère spécifique, l'éclairage du poste de travail, la température ambiante, la coloration des locaux, etc.

A chaque instant, le rendement et la fiabilité des actions de l'opérateur dépendent de son *état subjectif* général. Une importance particulière, sous ce rapport, revient à la consigne de travail, à la tension émotionnelle (anxiété, agitation, crainte), à la fatigue, à la somnolence, à l'ennui. Les états subjectifs sont le reflet des états fonctionnels de l'organisme, engendrés et maintenus essentiellement par les conditions objectives et le caractère du travail.

Les états subjectifs ont un effet positif ou négatif sur le déroulement des principaux processus psychiques lors de la réception et du traitement de l'information (attention, perception, réflexion) et, en tout cas, déterminent la spécificité de ces processus. Ils peuvent même paralyser entièrement l'activité de l'opérateur, et souvent au moment le plus critique.

Les conditions reconnues optimales à partir d'expériences réalisées dans l'ambiance sereine des laboratoires, s'avèrent souvent inacceptables ou du moins pas assez rationnelles lorsque le travail de l'opérateur se déroule sur un fond d'états subjectifs négatifs. Ainsi, certains stimuli-signaux suffisamment "voyants" en situation normale, peuvent n'entraîner aucune réaction active chez un opérateur qui, de par le caractère de son travail, se trouve soumis à une forte charge émotionnelle. Aussi, pour toute une série de postes spécialisés, l'efficacité des modes de présentation et de transfert d'information doit-elle être vérifiée dans des conditions impliquant des risques, une grande responsabilité morale et matérielle, un manque aigu de temps, etc.

Dans les situations critiques, accidentelles, qui provoquent des états négatifs critiques, les différences entre les individus se manifestent avec beaucoup d'intensité.

Jusqu'ici nous avons intentionnellement écarté ce problème des particularités individuelles. Considérant l'homme dans les systèmes automatisés comme un organisme aux qualités données, nous avons évoqué la nécessité de rechercher des conditions psychophysiologiques qui soient optimales pour toute personne "normale", moyenne. On sait cependant que, dans des conditions objectives identiques, le travail de différentes personnes peut donner des résultats tout à fait différents, voire même diamétralement opposés.

Comment doit être organisé le système de commande qui tiendrait compte au maximum des possibilités fonctionnelles générales de l'homme ? Quelles sont les qualités individuelles requises pour travailler dans un système organisé selon un principe donné ? Voilà bien deux aspects inévitables, opposés et mutuellement complémentaires, du problème de la cohérence du facteur humain et du facteur machine dans le cadre des systèmes de commande.

Pour ce qui est des différences individuelles, nous nous voyons confrontés à des objectifs scientifiques et pratiques très importants : développer des méthodes de dépistage des particularités psycho-physiologiques pertinentes au travail dans les systèmes automatisés, à des fins de sélection et d'affectation du personnel; évaluer les possibilités de *training* de ces particularités et mettre au point des méthodes d'entraînement efficaces ; étudier les possibilités de dosage des charges, de personnalisation des méthodes et régimes de travail en fonction des particularités individuelles de l'opérateur, etc.

* * *

La mise en place de conditions psycho-physiologiques optimales n'est qu'un aspect, quoique le plus important, d'un problème plus général : celui des *relations entre les organismes vivants et les machines dans le cadre de leur fonctionnement conjoint*. Soulignons qu'il ne s'agit pas du tout d'analogies ou de disparités dans le travail des organismes vivants et des automates, mais bien du *couplage effectif, matériel des organismes et des automates en un tout fonctionnellement unitaire*.

A ce problème se rattachent, entre autres, l'utilisation éventuelle d'animaux (comme opérateurs déjà "formés") pour les installations non récupérables, l'intégration de certains mécanismes nerveux vivants ; la modélisation des mécanismes nerveux des animaux en vue de les appliquer aux machines ; l'"orthopédie" des organes des sens que l'homme a perdus ; la substitution de certains organes des sens à d'autres (par exemple, au moyen de "gants auditifs").

Toutes ces questions ont manifestement un caractère global et complexe. Leur étude requiert l'action conjointe de spécialistes représentant un large éventail de disciplines (techniciens, mathématiciens, biologistes, physiologistes, psychologues), même si la part de leur participation est, sans aucun doute, très différente. La conjugaison des efforts réclame une approche commune, un langage commun, un style de travail commun et parfois, peut-être, des méthodes communes, tout en tenant compte de la spécificité de chacune des disciplines.

D'ores et déjà, la participation de techniciens à la solution des problèmes concernant le thème "homme - automate" permet de travailler à un niveau technique beaucoup plus élevé.

Nous pensons aux possibilités de création de stimulateurs contrôlables, perfectionnés, pour les différentes modalités de stimuli, d'appareils enregistreurs, de différentes machines mathématiques pour le traitement des résultats des expériences.

Une importante partie des recherches physiologiques et psychologiques effectuées sur ce thème est liée à l'étude du comportement humain dans des conditions où le sujet est soumis à différentes combinaisons et modalités de stimuli. Les stimulateurs optiques et acoustiques utilisés à cet effet sont encore très rudimentaires. Il s'agit en réalité d'un jeu de sources lumineuses fixes ou de générateurs de sons de différentes fréquences et intensités. Or, pour des investigations portant sur la variation des seuils différentiels ou des temps de latence en fonction des conditions externes, les stimulateurs de ce type s'avèrent insuffisants. Quant à l'étude des particularités de la perception visuelle des objets, il n'existe aucun stimulateur à manipulation souple.

DE L'ACCROISSEMENT DE L'EFFICACITE DU TRAVAIL
DES OPERATEURS DANS LES SYSTEMES AUTOMATISES

D.OCHANINE, V.VENDA

Le début de l'article concernant des problèmes propres à la vie économique de l'U.R.S.S., nous avons jugé bon de ne pas le traduire et d'en faire un résumé en quelques lignes. 1)

/.../

A l'étape actuelle du progrès technique, des systèmes rationnels de commande centralisée sont créés, où la conduite d'immenses ensembles technologiques s'effectue à partir d'un centre unique. Aussi le travail des opérateurs s'étend-il à de très vastes domaines : régulation du trafic ferroviaire, du raffinage du pétrole, des réseaux électriques d'interconnexion, de la production sidérurgique et chimique, etc.

Le bon fonctionnement d'énormes entreprises dépend donc souvent de l'efficacité du travail d'un seul homme : l'opérateur.

Etant donné cette extension du rôle des opérateurs, il devient primordial d'étudier, de rationaliser et d'améliorer au maximum les conditions de leur travail.

/.../

1) Note du traducteur

Le caractère primitif des appareils existants ne saurait être justifié d'aucune manière. Le progrès des techniques éclairagistes, acoustiques, électroniques et automatiques permet non seulement de modifier à loisir les caractéristiques qualitatives et quantitatives de la lumière, du son et des autres porteurs de "messages" adaptés aux organes des sens, mais aussi de les régler au cours de l'expérience soit au gré de l'expérimentateur, soit d'après un programme préalablement établi. Grâce à l'ordinateur, on peut non seulement doter un stimulus lumineux de n'importe quelle coordonnée couleur, mais encore assurer la prise en compte des phénomènes de contraste consécutif ou concomitant. Les possibilités ne sont pas moindres quant à la création de stimulateurs acoustiques efficaces. Ainsi, la conception de dispositifs pour la synthèse des sons du langage ouvre de vastes perspectives de recherches sur les aspects sensoriels et sémantiques des stimuli auditifs.

/.../

L'efficacité du fonctionnement d'un système "homme-automate" procède essentiellement des facteurs suivants :

- 1) la perfection de l'équipement technologique, de ses possibilités de production ;
- 2) les particularités individuelles et le savoir-faire de l'opérateur humain ;
- 3) l'adaptation réciproque de l'homme et de la machine, en tant qu'éléments d'un système complexe et unitaire ;

C'est à la lumière de ce troisième facteur que nous analyserons ici l'efficacité du fonctionnement du système. Le premier facteur relevant entièrement du domaine des sciences de l'ingénieur, sera considéré comme extérieur à notre problème . Quant au second, il fait l'objet d'études spéciales en psychologie différentielle. Il est évident que seules des études de ce genre visant à expliciter la nature physiologique et psychologique des aptitudes professionnelles, peuvent être à l'origine de méthodes scientifiquement fondées pour le choix des opérateurs à intégrer dans le système "homme-automate". En abordant l'étude du troisième facteur, c'est-à-dire, l'adaptation réciproque de l'homme et de la machine, nous supposons d'une part, qu'il s'agit d'une personne qui correspond aux principales exigences du métier, d'autre part, notre propos est de rechercher les moyens techniques qui assureraient l'efficacité voulue de son activité et qui ne dépenderaient que très peu de ses qualités individuelles.

x

x

x

On ne saurait parler de l'efficacité de l'opérateur d'un système "homme-automate" sans prendre en considération le caractère même du système ou les types d'actions que l'opérateur exerce sur l'"objet" contrôlé dans le cadre de ce système.

L'ensemble des actions exercées sur l'objet peut être divisé, en principe, en deux groupes importants : actions régulatrices et actions de commande.

Les actions régulatrices ont pour but de maintenir constante la valeur d'un paramètre technologique (par exemple, la vitesse de rotation de l'arbre, la température et la pression de la vapeur en amont de la turbine, etc.). A chaque instant, la valeur réelle du paramètre est comparée à sa valeur de consigne, l'action régulatrice ayant pour effet d'éliminer les écarts entre les deux.

Cela peut être illustré par le simple exemple que voici : il s'agit de maintenir la constance du niveau d'eau dans un réservoir, la consommation étant variable dans le temps. L'apport d'eau peut être modifié à l'aide d'un robinet. En ouvrant ou en fermant ce robinet, nous compensons le changement de niveau consécutif à la variation du débit. L'ouverture et la fermeture finalisées du robinet sont, en l'occurrence, des actions régulatrices, et l'opération dans son ensemble est une opération de régulation.

Les actions de commande sont celles qui sont programmées d'avance et qui, en règle générale, ne dépendent pas du déroulement effectif du processus technologique : la mise en service ou hors service d'un groupe électrogène, l'ouverture et la fermeture de vannes, etc.

Lorsque, toujours dans le cas de ce réservoir, un apport d'eau supplémentaire s'impose, la mise en service d'une pompe et l'ouverture de vannes sur la conduite d'entrée seront des actions de commande.

Du point de vue du problème qui nous intéresse, l'histoire de l'évolution des systèmes de commande comprend les étapes suivantes :

1. Production non automatisée, à commande manuelle ou mécanisée, à distance ou locale.

2. Automatisation de la régulation des paramètres technologiques.
3. Automatisation intégrale des processus de régulation et de commande.

Au cours de la première étape, l'homme accomplit en permanence les fonctions de régulation et de commande. Tout signal traduisant un écart du processus technologique par rapport à la norme retenue provoque immédiatement une réponse (réaction) de l'homme. L'efficacité du travail humain est constamment vérifiée et corrigée selon le principe du *feed-back*, d'après le résultat immédiat de son action, c'est-à-dire, en fonction des changements qui interviennent dans le processus technologique à la suite de cette action. Ainsi, l'aptitude à réagir se trouve-t-elle constamment maintenue au niveau voulu.

Un système de commande non automatisé est représenté de façon schématique à la figure 1. Le système se compose de l'ensemble contrôlé, c'est-à-dire, de l'ensemble des matériels technologiques (dans le cas d'un groupe électrogène, les chaudières, les turbo-alternateurs et leurs auxiliaires) ; d'un tableau d'information comprenant l'instrumentation et un schéma synoptique ; d'un pupitre comprenant les dispositifs de commande : interrupteurs, touches, etc. Les pointillés représentent les actions de commande sur l'ensemble contrôlé et les flux d'informations concernant leurs résultats, c'est-à-dire, l'état des groupes ("marche" ou "arrêt") et la position des vannes ("ouvert" ou "fermé"). Les lignes continues représentent les actions régulatrices, ainsi que les transferts d'information concernant la variation des paramètres contrôlés. Le schéma permet de voir qu'à partir de ces informations, l'opérateur exerce sur l'ensemble contrôlé tant des actions de régulation que des actions de commande.

La figure 2 illustre la seconde étape du développement des systèmes de commande. Les principales désignations sont identiques à celles de la figure 1, sauf le S.R.A. qui signifie "système de régulation automatique" des paramètres technologiques.

A cette étape, les fonctions de régulation sont normalement remplies par un automate. L'information sur l'état des paramètres contrôlés

est toujours acheminée vers le tableau. Mais contrairement aux signaux de commande, auxquels l'opérateur réagit activement, cette information ne demande presque aucune réponse ; de ce fait, elle perd, en quelque sorte, sa fonction de signalisation. Qui plus est, dans les conditions normales elle présente un caractère très monotone.

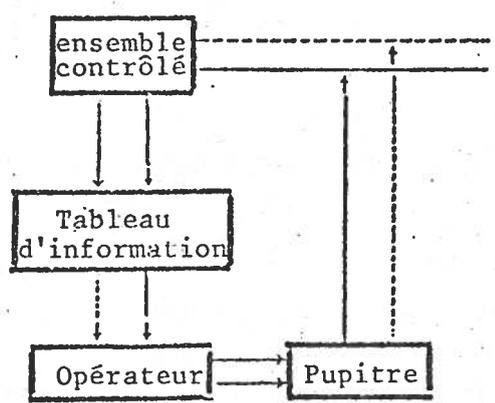


fig. 1

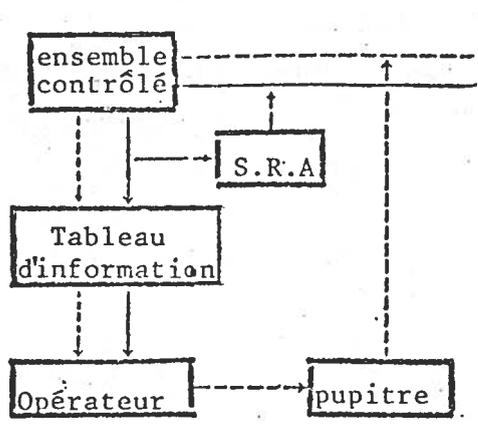


fig 2

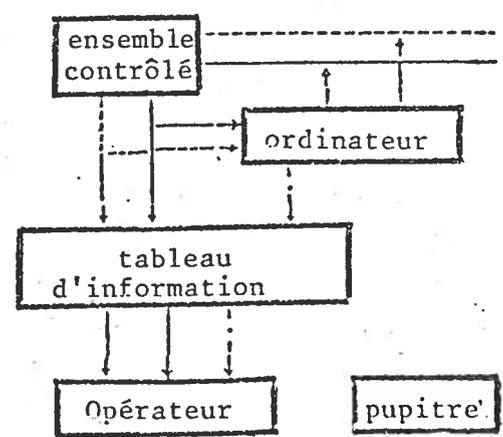


fig. 3

Cependant, lorsque le S.R.A. n'est pas à même de réaliser le maintien des paramètres au niveau voulu, l'opérateur se voit obligé d'intervenir activement dans le processus de régulation par le biais des moyens disponibles sur son pupitre. Dans ce contexte, l'efficacité de l'intervention humaine dépend sans doute de l'aptitude à agir au moment opportun, autrement dit, à passer promptement d'un état de surveillance passive

à une intervention active dans le processus. C'est précisément cette aptitude à passer à l'action qui devient un facteur important de fiabilité de l'homme en tant qu'élément du système "homme-automate".

Tout ceci est encore plus vrai dans le cas de systèmes à automatisation globale faisant appel à des ordinateurs de commande. Le schéma d'un tel système est présenté figure 3, où l'ordinateur de commande prend la place du système de régulation automatique.

Bien entendu, il est impossible de tracer des limites historiques précises entre ces trois étapes de l'évolution des systèmes de commande. Certains automatismes de commande ont fait leur apparition alors que les paramètres technologiques étaient encore réglés par l'homme. Néanmoins une tendance générale se dégage assez nettement, et tout particulièrement dans le domaine de la production d'énergie. Elle est caractérisée d'abord par une implantation progressive de régulateurs automatiques (électroniques, pneumatiques et autres); ensuite, la conception d'ordinateurs de commande a permis d'automatiser les opérations de démarrage à partir de différents états et de passer ainsi de l'étape de la régulation automatique à celle d'une automatisation totale des unités technologiques.

En fonctionnement normal, l'ordinateur de commande réalise la majorité des fonctions de surveillance, de régulation et de commande :

- 1) il assure le démarrage automatique des groupes hydrauliques selon un programme optimal réduisant au minimum le temps indispensable pour atteindre les paramètres de consigne, compte tenu de l'état réel du matériel, l'ajustement des boucles de régulation étant modifié, au besoin, de façon automatique ;

- 2) maintient le régime optimal sur la base d'un maximum d'économie et répartit au mieux la charge entre les groupes ;

- 3) surveille la marche du processus technologique et signale les écarts des paramètres par rapport à la norme ;

- 4) prévient et supprime les situations-incidents ;
- 5) procède à l'enregistrement des écarts de paramètres et à l'enregistrement périodique des valeurs courantes sous forme numérique ;
- 6) calcule et édite les indices technico-économiques du fonctionnement du matériel ;
- 7) fait état de ses propres dysfonctionnements en identifiant ses unités en défaut ;

La variété des fonctions assurées par l'ordinateur ne permet pas pour autant d'envisager que l'homme soit exclu du domaine de la direction. Bien au contraire, le rôle dévolu à l'opérateur dans le cadre d'un système de commande est très complexe et implique une grande responsabilité.

En régime normal, la tâche de l'opérateur est de contrôler le fonctionnement de l'ordinateur et des autres unités de commande centralisée, de veiller à ce que le processus technologique se déroule comme prévu et de vérifier l'exactitude des branchements réalisés par l'ordinateur. En outre, il doit procéder à un contrôle systématique par appel des paramètres et vérifier que le matériel fonctionne de la façon la plus économique.

En cas de panne de l'ordinateur, le matériel asservi reste dans l'état qui a précédé l'incident. Dès cet instant, c'est l'opérateur qui se charge des fonctions de commande : à cet effet, il dispose de moyens de télécommande individuelle ou sélective des organes de régulation et de verrouillage.

Pour permettre à l'opérateur d'assurer ces fonctions, des informations sur l'état des unités technologiques et le travail de l'ordinateur sont présentées sur le tableau d'affichage. A la figure 3, l'information concernant l'ordinateur est représentée par des pointillés. On voit donc, que par rapport aux systèmes non automatisés ou automatisés partiellement, la quantité totale des informations destinées à l'opérateur d'un système à automatisation intégrale ne diminue pas, mais au contraire, augmente considérablement.

Cependant, les fonctions dévolues à l'opérateur d'un tel système n'ont aucune incidence sur le processus technologique en régime normal : le flux complexe et diversifié des informations canalisées vers l'opérateur n'implique aucune réponse de sa part. La grande fiabilité de l'ordinateur et des automatismes fait que les stimuli conditionnés médiatisant les transferts d'information à l'opérateur perdent progressivement de leur signification en tant que signaux, devenant en quelque sorte des agents "indifférents" et cessant de réclamer une activité d'orientation.

On peut donc affirmer qu'à la longue, le fonctionnement infaillible des automatismes a pour effet de diminuer la vigilance de l'homme et par conséquent, sa fiabilité en tant qu'élément du système "homme-automate"

La fiabilité d'un système comprenant le dispositif de commande automatique et l'homme, garant de la sécurité de ce dernier, pourrait être représentée, en principe, comme la somme de la fiabilité statistique de l'automate et de la disponibilité de l'homme à intervenir dans la commande. Il est évident que si l'opérateur n'est pas en mesure de réaliser efficacement telle ou telle fonction de l'automate, la fiabilité de l'ensemble du système quant à cette fonction dépendra entièrement de la fiabilité de l'automate. D'autre part, en cas de panne de l'automate, la fiabilité du système est entièrement déterminée par celle de l'opérateur humain.

La dynamique de la fiabilité du système "homme-automate" est représentée de façon schématique par les courbes de la figure 4.

La courbe 1 correspond, par convention, à l'évolution dans le temps de la fiabilité de l'automate (faible à mise en route et vers la fin de sa durée de service, elle est relativement élevée dans l'intervalle entre les deux). La courbe 2 reflète dans son principe la variation de la fiabilité de l'homme en tant qu'élément du système : capacité d'intervention très élevée au début et diminution progressive de cette capacité au fur et à mesure du fonctionnement infaillible des automatismes.

Il s'agit, bien sûr, d'une tendance générale quant à cette capacité : elle ne dépend pas des fluctuations momentanées dues à des situations aléatoires. La courbe 3, selon la définition qui a été formulée ci-dessus, résulte de l'addition des courbes 1 et 2 et traduit la fiabilité du système "homme-automate".

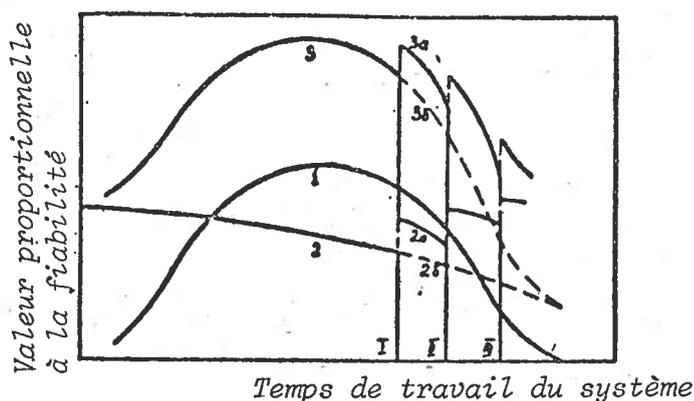


Fig. 4.

- 1 - Caractéristique de la fiabilité de l'automate ;
 - 2 - Caractéristique de la "capacité de réponse" de l'opérateur ;
 - 2a - en mode "pannes simulées" de l'automate,
 - 2b - en fonctionnement infaillible de l'automate,
 - 3 - Caractéristique totale de la fiabilité du système H/A ;
 - 3a - en mode "pannes simulées" de l'automate,
 - 3b - en fonctionnement infaillible de l'automate,
- I, II et III - pannes simulées.

Le diagramme permet de voir qu'à partir d'un certain moment, la fiabilité du dispositif automatique (courbe 1) diminue en même temps que celle de l'opérateur (courbe 2), d'où une détérioration de la fiabilité générale du système (courbe 3). C'est donc à cette étape qu'il devient capital d'améliorer la capacité de réponse de l'homme.

L'une des solutions les plus efficaces consiste, selon nous, à provoquer intentionnellement des arrêts de l'ordinateur, et ceci à des moments où l'opérateur ne s'y attend pas du tout. Sur notre diagramme, ces arrêts correspondent aux moments I, II et III. A chacun de ces moments, la plus petite des ordonnées (courbes 2 et 3) représente les fiabilités respectives de l'homme et du système en général. La plus grande ordonnée correspond à la capacité de réponse humaine et à la fiabilité du système après intervention de l'opérateur dans la conduite du processus technologique et éventuellement, suppression de l'état de danger pour le matériel qui a pu résulter de l'arrêt des automatismes.

La dynamique de la capacité de réponse au cours des pannes simulées et l'effet instructif de celles-ci doivent faire l'objet d'une investigation spéciale.

Si, à certaines étapes du travail, il est absolument indispensable de maintenir la vigilance humaine au plus haut niveau, il ne faut pas oublier pour autant qu'une attente soutenue implique toujours une grande dépense d'énergie nerveuse. Il convient donc de se limiter au strict minimum nécessaire.

* * *

L'impératif d'une intervention opportune et efficace dans la commande d'un système à automatisation intégrale remet en question le problème de la représentation des situations au niveau des tableaux d'affichage.

Dans la commande des systèmes à automatisation partielle, l'opérateur est contraint d'appréhender systématiquement et activement (par l'intermédiaire du tableau) les informations relatives au déroulement du processus technologique. Sans cela les fonctions de commande et de régulation ne pourraient être accomplies correctement, puisque c'est précisément par les réactions de l'opérateur à l'information reçue qu'elles se réalisent à cette étape et que l'opérateur est l'élément qui permet de boucler les circuits de régulation.

Dans le cadre d'une automatisation intégrale à l'aide de l'ordinateur de commande, l'opérateur se voit dispensé de la corvée d'une surveillance ininterrompue des "lectures" des appareils indicateurs. En règle générale, les circuits de commande et de régulation se bouclent en dehors de l'homme, par l'intermédiaire des dispositifs automatiques. Ainsi, sous réserve du bon fonctionnement des automatismes, le travail de l'opérateur se trouve considérablement allégé ; c'est l'un des principaux avantages que procure l'ordinateur.

Cependant, il y a aussi des inconvénients qu'il ne faut pas perdre de vue. C'est que l'automatisation intégrale à base d'ordinateurs conduit à une certaine passivité de l'opérateur et par cela même le démobilise. Or l'opérateur est censé reprendre promptement la commande du processus dès qu'une

panne ou même un léger dysfonctionnement des automatismes est signalé. Sa tâche est dès lors non pas tellement d'assurer le régime optimal et d'effectuer les branchements compliqués prévus au programme, mais plutôt de maintenir la constance du régime et de prévenir les accidents, c'est-à-dire, de prendre en charge les opérations dont dépend directement la fiabilité du système dans son ensemble. Pour remplir cette tâche majeure, l'opérateur doit pouvoir, avant tout, passer immédiatement de son état de passivité (parfaitement naturel, puisque "tout allait bien") à une mobilisation totale de ses ressources psychiques. C'est cette transition qui constitue la difficulté tout particulière, spécifique du travail des opérateurs dans les systèmes en question.

A ce moment crucial, la prestation de l'opérateur ne sera vraiment efficace que si lui est présentée de la façon la plus rationnelle l'information dont il a besoin pour se faire rapidement une idée assez complète de l'état du système et prendre la décision nécessaire pour normaliser le processus.

Or, pour que l'opérateur sache exactement ce qui se passe, il ne lui suffit pas d'avoir au bon moment un signal d'alarme et les valeurs instantanées des paramètres, il lui faut connaître les causes ayant provoqué une rupture dans le déroulement du processus, ainsi que les tendances de l'évolution des paramètres. Il lui faut donc disposer d'un *historique* du processus, c'est-à-dire, de données sur les changements qui se sont opérés pendant un certain temps avant l'incident ou l'état d'alarme. C'est pourquoi il est judicieux de prévoir, dans les systèmes de commande complexes, des unités de stockage de données et des boucles assurant la circulation continue de l'information, son affichage au moment voulu, etc.

Lorsque les automatismes sont infaillibles et qu'aucune modification n'intervient dans le cycle technologique, on évitera que des voyants ou autres indicateurs lumineux soient allumés sur le tableau : à la longue, ils perdent de leur signification signalétique, émoussent l'attention et entraînent une fatigue générale.

Si l'un des groupes contrôlés par l'opérateur accuse un écart par rapport à la norme, il sera utile que l'information correspondante soit bien en évidence sur le tableau (par exemple, grâce à un éclairage partiel des

lignes et autres éléments représentant le groupe en question). Ainsi l'attention de l'opérateur sera entièrement concentrée sur un seul détail du schéma synoptique et la charge supportée par ses systèmes perceptifs se réduira au minimum.

Dans la pratique on utilise parfois des synoptiques où un seul groupe est représenté, alors que l'installation en comprend plusieurs du même type. En cas de défaillance sur l'un de ces groupes son état est signalé au niveau du synoptique soit automatiquement, soit manuellement, et un numéro est affiché sur le tableau. L'expérience de tels systèmes de signalisation n'est pas encore importante, mais il est clair d'ores et déjà que la commande globale s'avère très difficile lorsque le processus est perturbé par plusieurs groupes à la fois. Cette difficulté est particulièrement manifeste quand les schémas technologiques de certains groupes présentent des différences temporaires. Si tous les groupes figurent au synoptique, il est aisé de s'en rendre compte par comparaison, alors que dans le cas de groupes du même type, le mode de présentation mentionné ci-dessus peut conduire à une interférence des aptitudes acquises et, de ce fait, à une solution inadéquate des tâches opératoires.

Selon nous, il est plus rationnel de faire figurer au tableau tous les groupes technologiques asservis, même si le synoptique devait s'en trouver plus compliqué et donc, plus encombrant.

En prévision d'écarts simultanés sur plusieurs groupes, il convient d'établir la séquence la mieux adaptée à la réception et au traitement de l'information par l'homme, compte tenu d'une part du déroulement spécifique des processus psychiques (par exemple, au moment de la résolution des tâches opératoires) et d'autre part, des priorités d'intervention. Le problème difficile du choix face à une situation critique, s'en trouverait sensiblement réduit.

Lorsque les différentes commutations du matériel sont prises en charge par l'ordinateur, il faut qu'elles soient représentées sur le tableau de sorte que l'opérateur puisse facilement contrôler l'absence d'erreur. On peut notamment considérer comme heureuse la solution qui consiste à représenter les opérations de démarrage (constituées par une série de commutations) à l'aide de spots lumineux parcourant les lignes technologiques

et s'éteignant au fur et à mesure de la normalisation du processus.

En outre, la charge sur les organes perceptifs de l'opérateur peut être notablement réduite grâce à l'optimisation des caractéristiques sensorielles des éléments signalétiques du tableau, à la suite d'une longue et minutieuse vérification expérimentale sur des données concrètes.

* * *

L'accroissement de l'efficacité du facteur humain dans les systèmes "homme-automate" dépend directement de la solution de problèmes tels que le partage le plus rationnel des fonctions de contrôle et de commande entre l'homme et les automatismes, l'organisation optimale des échanges entre eux et la création des meilleures conditions générales pour le travail de l'opérateur. Seule l'expérience permet de résoudre ces problèmes avec succès.

Dans cet ordre d'idées, un intérêt incontestable revient aux études largement réalisées aujourd'hui en laboratoire et portant sur les particularités du déroulement de certains processus psychologiques tels que la perception et la différenciation des stimuli-signaux en fonction de leurs caractéristiques sensorielles spatio-temporelles. Sans aucun doute, l'application judicieuse des lois générales et plus ou moins élémentaires ainsi dégagées offre-t-elle de vastes perspectives pour la promotion de l'efficacité humaine.

Cependant, les études analytiques de ce genre ne tiennent pas compte de toute la complexité de l'environnement réel dans lequel se déroule l'activité de l'opérateur. Cet environnement est caractérisé avant tout par l'interaction d'une multitude de facteurs variés qui déterminent objectivement le comportement de l'opérateur chaque fois qu'il s'attaque à une tâche concrète.

L'étude de fonctions psychologiques doit donc aller de pair avec une recherche expérimentale qui reproduirait sinon la totalité des facteurs objectifs auxquels l'homme est soumis dans le système réel, du moins ceux d'entre eux qui, étant les plus pertinents à une situation donnée, y jouent le rôle de principaux déterminants de la production.

A cet objectif conviennent fort peu les méthodes expérimentales existantes : elles ont été conçues en fonction de critères totalement différents et ne correspondent pas aux conditions que nous avons mentionnées.

Créer un dispositif expérimental qui imite parfaitement la situation complexe dans laquelle a lieu l'activité de l'opérateur, est une tâche ardue.

Remarquons avant tout qu'en tant que moyen d'expérimentation psychologique, ce dispositif ne sera vraiment valable que si sont remplies les conditions suivantes :

1. En règle générale, l'objet commandé par l'opérateur est un système dynamique complexe dont l'état peut considérablement varier sous l'effet de toute une série de facteurs. L'objectif d'un système de commande (comprenant l'opérateur humain et les automatismes) consiste à ramener l'état effectif du système à un état voulu (assigné). Au cours de l'expérimentation, le tableau d'affichage du dispositif expérimental doit recevoir une information exhaustive, analogue à celle qui parvient au tableau du poste réel. L'expérimentateur doit donc pouvoir produire sur son tableau des informations qui répondent à chacun des états possibles du système (de l'objet technologique).

2. Afin de comparer l'efficacité des solutions de l'opérateur, il convient d'assurer la possibilité d'afficher l'information en recourant à des modes de présentation très variés.

3. Une partie essentielle de ce dispositif expérimental devrait être constituée par des appareils qui permettent au sujet (à l'"opérateur") de réagir à l'information reçue exactement de la même manière que l'opérateur du système réel.

4. Il faut prévoir un enregistrement précis des processus de réception et de traitement de l'information par l'homme en recourant à des critères objectifs tels que les temps de latence, le nombre d'erreurs, les électroencéphalogrammes, les électromyogrammes, etc. On doit se donner également la possibilité de filmer aussi bien le comportement intégral du sujet dans le système que ses différentes réactions motrices.

5. Le dispositif expérimental doit assurer l'enregistrement des

processus transitoires afin d'apprécier objectivement l'efficacité des actions de l'opérateur visant à normaliser les paramètres technologiques. Le choix d'un critère adéquat pour l'appréciation de la qualité des réglages permet d'avoir une idée suffisamment précise de cette efficacité en fonction des différentes situations.

Il a été établi que pour satisfaire à ces exigences, le dispositif expérimental doit comprendre un modèle complet de l'objet technologique ; autrement dit, un modèle dont la dynamique reproduise celle de son prototype réel. C'est possible lorsque les mouvements de l'objet et du modèle (la variation des paramètres) se décrivent par les mêmes équations différentielles. Il s'agit ici de la simulation mathématique qui, d'une manière générale, n'implique pas forcément que les lois physiques auxquelles obéit l'objet soient identiques à celles qui régissent son modèle. Exemple : un train de laminoir peut être simulé à l'aide de circuits électriques.

L'implantation de systèmes à commande centralisée et à automatisation intégrale dans les centrales thermiques a conduit à la nécessité de créer les conditions les plus favorables au travail de l'opérateur contrôlant les groupes automatisés "chaudière-turbine". Pour réaliser cet objectif, il a fallu mettre au point un dispositif expérimental répondant aux critères énumérés plus haut.

Ce dispositif dont le schéma est reproduit fig.5 a été conçu à l'Institut central des problèmes d'automatisation globale de l'U.R.S.S. (I.C.P.A.G.) Il se compose essentiellement des parties suivantes : modèle électronique de l'objet (groupe chaudière-turbine) ; modèle du système de régulation automatique ou du calculateur de commande ; tableau d'information ; pupitre de commande ; table de l'expérimentateur.

La simulation électronique du groupe "chaudière-turbine" était basée sur l'investigation analytique et expérimentale des propriétés de l'objet. Les études portant sur les caractéristiques dynamiques et statistiques et sur la simulation du groupe électrogène en mode asservi ont été réalisées à l'I.C.P.A.G. sous la direction de V.Rouchtinsky. Certains résultats ont été rapportés en 1960, au I^{er} Congrès de la Fédération Internationale

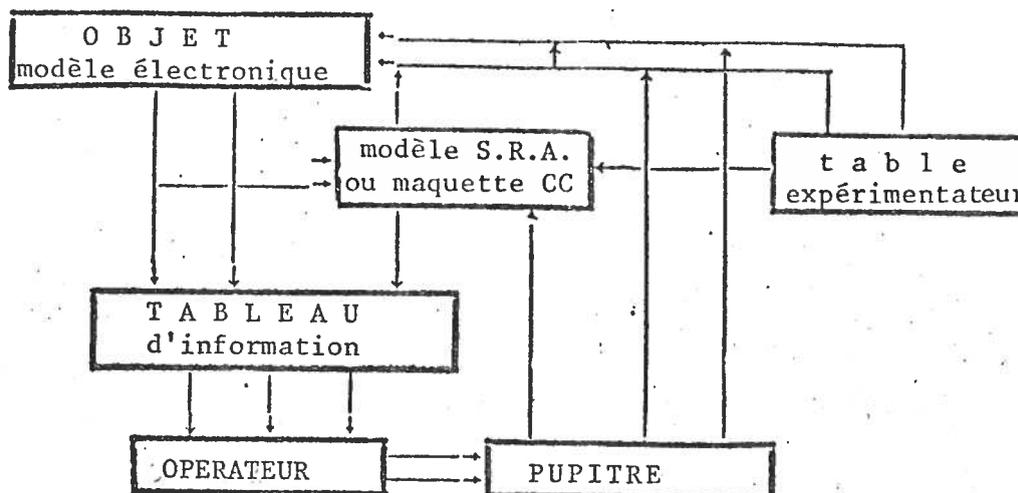


Fig.5. S.R.A. = système de régulation automatique
C.C. = calculateur de commande

de contrôle automatique et ont fait l'objet d'une publication.

Dans le cadre du dispositif présenté fig.5, le modèle électronique peut être relié soit à un système de régulateurs automatiques, soit à une maquette du calculateur de commande ; cela dépend du système de commande réel utilisé à la centrale thermique. La connexion des régulateurs électroniques de série avec les modèles électriques de fabrication industrielle ne présente aucune difficulté. En revanche, dans le cas d'un calculateur de commande, il faut prévoir un couplage spécial.

Le tableau d'information est ici soit un panneau d'appareils indicateurs, soit un schéma synoptique des installations technologiques, comme ceux que l'on utilise habituellement dans les centrales. Sur ce synoptique, on a reporté la signalisation des écarts de paramètres, de la position des organes de verrouillage et de régulation, de l'état des moteurs électriques, etc. Le sujet se voit présenter ainsi, par l'intermédiaire du tableau, des informations parfaitement semblables à celles que reçoit l'opérateur dans les situations réelles.

Le laboratoire de psychologie industrielle de l'Institut de Psychologie a élaboré les principes d'un synoptique expérimental qui permettrait à

l'expérimentateur de modifier à volonté les caractéristiques suivantes :

- 1) volume de l'information à présenter ;
- 2) configuration des éléments et densité de leur distribution sur le schéma synoptique ;
- 3) caractéristiques chromatiques des composants du synoptique (coloration du fond, des lignes technologiques et des éléments signalétiques) ;
- 4) éclairage du synoptique et intensité lumineuse de ses éléments signalétiques ;
- 5) dimensions du synoptique ;
- 6) jeu de caractères et texte des inscriptions à porter sur les panneaux lumineux de signalisation ;
- 7) modes de présentation des diverses opérations au niveau du synoptique ;
- 8) signaux sonores.

Le pupitre de commande comprend tout un jeu de clés et de touches à l'aide desquels le sujet (l'"opérateur") envoie des ordres à l'objet, conformément aux informations fournies par le tableau et en fonction de la tâche assignée par l'expérimentateur.

Outre le choix de la meilleure solution pour chaque tâche concrète, le dispositif expérimental fournit la possibilité de déterminer la forme la mieux adaptée pour le pupitre et les organes de commande, ainsi que la distance optimale du pupitre au tableau d'affichage en fonction du mode de représentation de la situation qui a été reconnu comme le plus valable au cours de l'expérience.

Le tableau d'affichage et le pupitre de commande peuvent être installés dans un local spécialement aménagé d'après le modèle d'un poste de commande modulaire.

La table de l'expérimentateur est dotée d'un appareillage qui lui permet d'imposer un régime de fonctionnement et de surveiller le déroulement du processus "technologique". A tout moment, l'expérimentateur peut modifier les paramètres de travail du modèle (c'est-à-dire, envoyer une perturbation

à l'entrée de l'objet) conformément au programme de l'expérience et en fonction du comportement du sujet ou des résultats partiels déjà obtenus. Des appareils sont également prévus pour analyser les résultats des opérations du sujet, ainsi que des enregistreurs spéciaux pour toute une série de données susceptibles d'intéresser l'expérimentateur.

L'ordinateur faisant partie du dispositif expérimental peut agir sur le modèle, modifiant ainsi les tâches et les situations représentées sur le tableau ; il peut traiter très rapidement et "éditer" les résultats intermédiaires et définitifs. A l'issue de l'expérience, tout cela permettra d'avoir les données les plus objectives.

Ainsi, le simulateur expérimental fournit la possibilité d'opérer un choix fondé quant à la conception du poste opérateur et à la réalisation de ses éléments matériels : il assure de ce fait la solution de plusieurs problèmes fondamentaux que la psychologie industrielle se voit poser à l'étape actuelle de l'automatisation globale de la production.

Cependant, les possibilités du simulateur ne se limitent pas au seul domaine de la psychologie industrielle. D'autres objectifs, liés au problème général d'accroissement de l'efficacité de l'opérateur dans les systèmes automatisés, peuvent être atteints grâce à son utilisation.

Parmi ces objectifs, citons en tout premier lieu celui de la formation des opérateurs au travail avec les nouveaux systèmes de commande. Il a été constaté en effet (notamment, à l'apparition des systèmes d'appel) qu'à cause d'une préparation inadéquate des opérateurs, les performances du matériel étaient insuffisamment exploitées et que sa mise en oeuvre prenait un temps excessivement long. Le dispositif expérimental permet de simuler n'importe quel mode de fonctionnement : régime normal, démarrage, arrêt, réglage sur incident, états d'alarme variés ; les opérations pouvant être répétées à l'infini. Tout cela, combiné à des méthodes de formation scientifiques, doit contribuer à l'acquisition d'une bonne compétence professionnelle.

En intégrant au tableau et au pupitre du simulateur les dernières innovations techniques, on identifiera aisément les opérateurs les plus aptes

à les maîtriser rapidement, ce qui permettra de rationaliser l'affectation et l'utilisation du personnel qualifié, objectif dont l'importance ne cesse de croître dans le contexte du "boom" industriel d'aujourd'hui.

Le dispositif expérimental peut contribuer à résoudre un certain nombre de problèmes scientifiques concernant l'étude du travail et des processus d'apprentissage et à définir, sur cette base, des algorithmes machine et certains principes des automates autodidactiques.

Un important avantage est que, contrairement au modèle du complexe technologique (du groupe chaudière-turbine dans l'exemple cité), la réalisation du dispositif de simulation ne demande aucune étude spéciale de ce complexe en tant qu'objet contrôlé, puisque cela se fait indépendamment, lors du choix du système d'asservissement le plus rationnel et des paramètres optimaux pour son réglage. L'investigation analytique des propriétés de l'objet permettent, d'ailleurs, d'en créer un modèle avant même la mise en route de sa première version en usine. De tels cas ont déjà eu lieu et les vérifications expérimentales qui ont suivi ont montré une bonne conformité du modèle à la "réalité".

* * *

L'automatisation globale de la production sur la base de systèmes informatiques de gestion et de commande modifie considérablement les fonctions et les conditions de travail du personnel des entreprises, mettant au premier plan le travail des opérateurs.

Dans l'ensemble, le fonctionnement optimal du système dépend, d'une part, des performances de l'équipement technologique et des automatismes de commande ; d'autre part, de l'efficacité des prestations de l'opérateur. Pour que l'automatisation globale conduise au meilleur résultat, il faut donc que soient réalisés trois objectifs majeurs :

1) élaboration de techniques de pointe et d'appareillages perfectionnés pour la commande, la régulation, le contrôle, les protections et les verrouillages de sécurité ;

2) mise en place de postes opérateurs, de panneaux modulaires et de divers éléments (instruments de contrôle, signalisations, schémas synoptiques, organes de commande, pupitres) garantissant les conditions optimales et le maximum de rendement au travail des opérateurs ;

3) formation d'opérateurs qualifiés capables d'assimiler les techniques de pointe et d'assurer la commande la plus efficace.

Disons pour conclure que les progrès de la psychologie industrielle, combinés à ceux des sciences techniques (théorie de l'asservissement, informatique, automation, simulation mathématique et modélisation des "réalités" industrielles), constituent une base solide pour l'investigation expérimentale des systèmes "homme-automate" en vue d'obtenir des résultats pratiques concrets, notamment l'amélioration des conditions et de l'efficacité du travail des opérateurs.

+ + +

LE REFLET DANS L'IMAGE
DE LA STRUCTURE OPERATIVE DE L'OBJET

D. Ochanine et L. Chebek

1. ENONCE DU PROBLEME

Les actions matérielles (de transformation et de commande) exercées sur les objets du milieu environnant constituent une classe importante parmi les actions diverses de l'homme. L'une des caractéristiques psychologiques essentielles de ces actions consiste en ceci que le sujet (l'homme agissant) y considère l'objet sur lequel il agit comme un système. Dans ce cas précis "système" est pris dans son acception la plus large : un ensemble d'éléments solidaires. Les liaisons existant entre les divers éléments de l'objet constituent sa *structure*. Ce sont essentiellement les particularités structurelles de l'objet qui retiennent l'attention de l'homme agissant. Dans ce sens, Bear souligne à juste titre que "les systèmes peuvent être considérés comme des ensembles constitués de parties et d'éléments distincts mais on ne peut saisir la réalité d'un système qu'en faisant porter la recherche sur les relations existant entre ses divers éléments et parties et sur les interactions dynamiques dans l'ensemble du système (/!/).

Nous appellerons *structure intégrale* l'ensemble des relations existant entre tous les éléments d'un système et *structure partielle*, un groupe de relations pris à part pour une raison quelconque et examiné séparément.

Pour le sujet de l'action, la structure de l'objet est a priori *variable*. L'acte de transformation ou de commande exercé par le sujet sur l'objet consiste justement à opérer des changements finalisés dans la structure de l'objet : certaines relations sont établies entre les éléments de l'objet, d'autres détruites, etc. Du point de vue des tâches concrètes de l'action,

toutes les relations existant dans l'ensemble de la structure ne présentent pas le même intérêt. Il existe entre les éléments de l'objet des relations qui, pour un acte donné, n'en présentent aucun et dont le sujet doit faire abstraction tandis qu'il résout son problème, ou tout au moins qu'il laisse délibérément inchangées. Par contre, il existe des relations à l'aide desquelles la tâche peut être réalisée. Ces relations, prises dans leur ensemble, constituent l'une des structures possibles de l'objet.

La structure qui permet de réaliser la tâche est plus ou moins complexe. La plus simple sera celle qui contiendra le plus petit nombre possible de relations, suffisant pour la réalisation de la tâche ou, autrement dit, celle qui, par le plus petit nombre possible de relations, fournira au sujet de l'action le maximum d'informations pertinentes sur l'objet. Il est évident que, toutes choses égales d'ailleurs, une telle structure sera, du fait de sa simplicité, la plus fiable. Nous appellerons *structure opérative* de l'objet la structure la plus fiable, adéquate à la tâche, et *image opérative*, son reflet dans la conscience du sujet.

Toutes les relations entre éléments de l'objet ne sont pas évidentes au même degré. Il en est qui ressortent dès le premier contact du sujet avec l'objet, par exemple au premier regard jeté sur l'objet. Nous désignerons par la suite, pour plus de commodité, l'ensemble de ces relations par le terme structure *visible* ou *manifeste* (immédiatement perceptible) de l'objet. Mais il existe également des relations qui sont cachées et comme masquées par d'autres et qu'il est parfois très difficile de mettre en évidence.

Pour exécuter une action sur un objet, le sujet doit refléter sous forme d'image opérative la structure opérative de l'objet. La formation de l'"image opérative" n'est pas toujours tâche facile, loin de là. Même dans les cas où la structure opérative est elle-même élémentaire au maximum, il peut être extrêmement difficile de la mettre en évidence et de lui trouver un reflet adéquat.

Ayant imaginé un modèle expérimental simple d'un objet considéré comme système, nous avons proposé à des sujets de mettre ce système en évidence et nous avons essayé, en étudiant la réalisation de la tâche dans son processus, de vérifier les propositions suivantes :

1. La première condition nécessaire à la résolution du problème par un sujet est le reflet de la structure opérative de l'objet, c'est-à-dire, la formation de l'image opérative.

2. Le sujet incapable, dans des conditions concrètes, de former l'image opérative n'est pas en état d'effectuer la tâche.

METHODE D'INVESTIGATION

Dans le modèle choisi par notre laboratoire, les éléments du système étaient représentés par 18 points et ses relations, par la corrélation spatiale entre deux points voisins (fig.1)

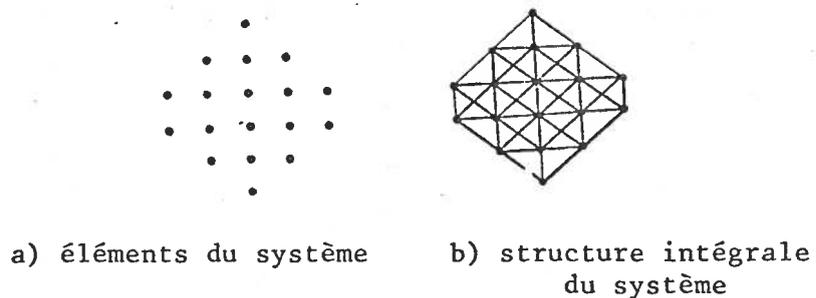
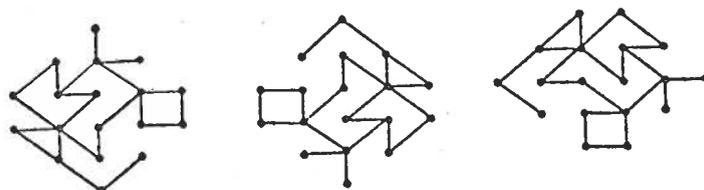


Figure 1

Le système de points a été présenté aux sujets suivant une structure "manifeste" choisie par nous et constituée de 21 relations, sous l'un des trois aspects suivants (fig.2) :



Structure manifeste du système (trois positions)

Figure 2

Les dimensions de la figure présentée au sujet étaient de 10 cm sur 10. Le sujet ayant examiné la figure devait reproduire le système de points sur un pupitre muni de touches disposées sur toute sa surface à 1 cm l'une de l'autre. La reproduction s'effectuait en appuyant successivement sur différentes touches. Chaque fois que le sujet appuyait sur une touche, le voyant correspondant s'allumait sur le panneau de l'expérimentateur, ce qui permettait à celui-ci de noter exactement l'ordre des mouvements du sujet. En utilisant le pupitre, nous avons voulu d'abord rendre les conditions de l'activité du sujet proches des conditions de travail d'un opérateur dont les commandes s'effectuent au moyen de touches et ensuite, avoir la possibilité d'enregistrer l'image opérative qui, à ce que nous supposons, devait, dans une certaine mesure, se trouver objectivée dans les actes des sujets.

Avant le début de l'expérience, le sujet recevait la consigne suivante : "Vous allez travailler à ce pupitre de commande, en appuyant sur les touches. Essayez! Nous allons d'abord vous montrer une figure composée d'un certain nombre de points reliés par des lignes. Vous pouvez examiner la figure aussi longtemps que vous le désirerez. Lorsque vous aurez bien pris connaissance de la figure, votre tâche consistera à en reproduire tous les points en appuyant sur les touches. A deux points voisins de la figure correspondent deux touches voisines sur le tableau³. Certains sujets, après avoir reproduit les points de la figure, ont, de leur propre initiative, également reproduit les points sur une feuille de papier.

L'expérience s'est déroulée en deux temps. Nous en rendrons compte dans le cours de l'exposé des données expérimentales. Les sujets (65 au total) étaient des étudiants de la Faculté des Sciences humaines de l'Université de Moscou.

RESULTATS

a) *Principale série d'expériences.* 50 sujets ont pris part à cette première série, dont 31 (ou 56%) n'ont pu reproduire exactement le système de points. D'après les résultats du travail, on peut répartir ces sujets en quatre groupes .

A la fig.3, sont reproduits des échantillons typiques du travail des sujets appartenant à chacun des quatre groupes.

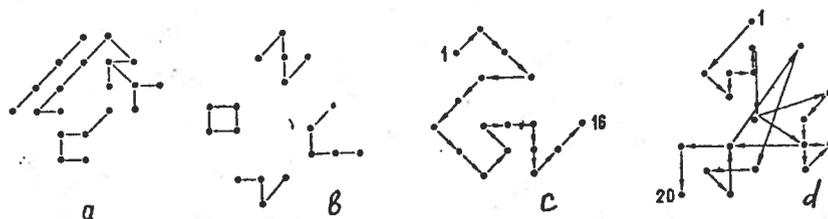


Figure 3.

Dans le travail des deux premiers groupes, on voit nettement l'influence de la structure immédiatement perceptible sur le caractère de la reproduction du système de points. Une minorité (quatre personnes - fig.3a) est parvenue à reproduire la structure dans son ensemble (plus ou moins exactement, bien qu'avec quelques erreurs). La majorité, par contre (13 personnes - fig.3b) a reproduit la structure d'une manière fragmentaire, ne retenant que certaines de ses particularités.

Les sujets du troisième groupe (8 personnes, fig.3c) ont travaillé sans tenir compte de la structure manifeste et ont organisé les liaisons en un itinéraire unique assez compliqué et confus, c'est ce qui vraisemblablement les a menés à un échec. Enfin, les sujets du quatrième groupe (six personnes - fig.3d) n'ont pu relier les points en une structure quelque peu ordonnée, leur travail a été chaotique, dépourvu de tout système.

19 personnes seulement (38%) ont pu s'acquitter de manière satisfaisante de la tâche expérimentale qui leur était assignée. A l'encontre des sujets qui n'ont pu trouver la solution, ces 19 sujets ont reproduit le système de points dans l'ensemble de la même manière : ils sont passés d'un point au point voisin, en les réunissant uniquement par des lignes droites pour la plupart horizontales (15 personnes), plus rarement verticales (4 personnes). De plus, sur les 49 liaisons qui constituent la structure intégrale de l'objet (cf. fig. 1b), ces sujets n'ont pu dégager et reproduire essentiellement, la main passant d'une touche à l'autre, que les 13 liaisons

constituant les lignes horizontales ou les lignes verticales (fig.4a et 4b).

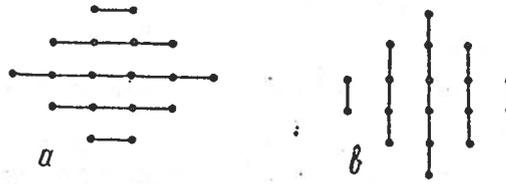


Figure 4

La présentation du système de points uniquement à l'aide de lignes droites parallèles, horizontales ou verticales, est en réalité la solution la plus simple, unidimensionnelle, qui puisse être donnée à la figure formée par les points. Pourtant, il est indispensable d'avoir présent à l'esprit le fait qu'un tel "balayage", bien que décrivant exactement des lignes distinctes, ne détermine pas dans leur totalité les positions réciproques de ces points. Il ne devient complet que lorsqu'il reflète simultanément soit la forme dans son ensemble, c'est-à-dire, le contour de la figure, dans lequel ces lignes sont "rangées" comme dans une boîte, soit l'axe de symétrie principal de la figure, auquel ces lignes peuvent être "accrochées comme à un porte-manteau". Et c'est pourquoi il faut supposer que les sujets qui ont trouvé la solution du problème se sont en réalité représenté les points à reproduire comme limités par le contour de la figure ou bien disposés dans un ordre défini par rapport à un axe central de symétrie.

Ce contour ou cet axe, conservés dans la conscience des sujets, traces d'un processus purement perceptif ou résultat d'une analyse logique de la figure réalisée au moment de son examen et projetée ensuite en pensée sur le pupitre, constituent probablement avec le balayage linéaire, l'image opérative de la figure. Une telle supposition est confirmée par le travail de trois des sujets ayant ajouté aux 13 liaisons indiquées plus haut, 8 liaisons qui constituent le contour de la figure (fig.5a) ainsi que par le travail de l'un des sujets ayant complété le balayage horizontal par cinq connexions formant l'axe vertical de symétrie.

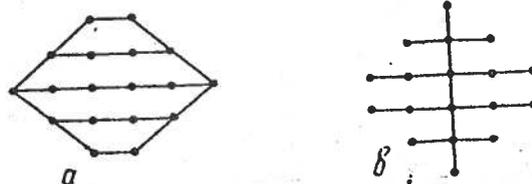


Figure 5

En réalité, l'image étant adéquate, point n'était besoin de *reproduire* ces dernières caractéristiques sur le pupitre et par conséquent ces représentations doivent être considérées comme superflues et, en quelque sorte, moins rationnelles (moins opératives) que la représentation suivant le la figure 4, a et b.

b) *Série complémentaire d'expériences.* Souhaitant vérifier par une expérience critique l'adéquation des structures représentées aux fig. 4 a et b et 5 a et b, au système de points proposé (fig. 1a), nous avons procédé à une nouvelle série dans laquelle ces structures étaient présentées à 37 sujets pour un examen préliminaire. 22 d'entre eux n'avaient pas été capables de résoudre le problème expérimental dans la série principale et les 15 autres étaient de nouveaux sujets qui n'y avaient pas participé. Dans la série complémentaire, tous les sujets sauf un, ont reproduit exactement le système de points proposé. L'opérativité des structures repré-

DUREE MOYENNE DE L'EXAMEN DES FIGURES

Dans la série principale		Dans la série complémentaire	
Sujets ayant résolu le problème	Sujets n'ayant pas résolu le problème	Sujets ayant participé à la série principale	Sujets n'ayant pas participé à la série principale
1 m 43 sec	3 m 13 sec	1 m 03 sec	1 m 14 sec

sentées fig. 4a et b et 5a et b, est confirmée par la comparaison entre la durée moyenne d'examen dans la série principale et dans la série complémentaire d'expériences. Les mêmes résultats sont fournis par la comparaison de la durée moyenne d'examen chez les sujets ayant distingué ces structures et bien résolu le problème, et de la durée chez ceux qui, n'ayant pas travaillé à partir de ces structures, n'ont pu résoudre le problème (voir tableau).

CONCLUSIONS ET DISCUSSION DES RESULTATS

Les résultats de ces expériences nous permettent, semble-t-il, de tirer les conclusions générales suivantes :

1. L'image à partir de laquelle les sujets ont travaillé pendant la série principale d'expériences est vraiment une image opérative. En effet, non seulement cette image s'est révélée adéquate à la tâche, permettant aux sujets de reproduire exactement l'objet (un système de points donné, figure 1a), mais encore, elle apparaît comme la plus fiable de toutes les images adéquates possibles du fait que toutes choses égales d'ailleurs, elle offre un maximum de simplicité. Les résultats de la série complémentaire ont montré que cette image reflète réellement la structure opérative de l'objet. Cette structure, présentée aux sujets de la série complémentaire sous forme de structure manifeste, immédiatement perceptible de l'objet, a permis à une très grande majorité d'entre eux (36 sujets sur 37) de reproduire exactement l'objet.
2. Considérant que le problème expérimental a été résolu uniquement par les sujets ayant formé l'image telle qu'elle est représentée aux fig. 4 et 5 (19 sujets dans la série principale et 36 dans la série complémentaire), nous pouvons conclure que, pour résoudre le problème proposé, la présence d'une telle image chez les sujets est indispensable. Et cela est également confirmé - d'une manière négative - par le travail des sujets (31 dans la série principale) qui n'ont pas réussi à former l'image opérative et qui, pour cette raison, n'ont pu résoudre le problème.
3. La structure manifeste proposée par l'expérimentateur dans la série principale s'est révélée être non opérative puisque le travail effectué à partir de cette structure (fig. 3c et d), n'a pas été couronné de succès.

Les consignes données aux sujets précisait que leur tâche consistait à reproduire exactement "tous les points" de la figure. En examinant et en mémorisant ces points, les sujets se sont efforcés, semble-t-il, de dégager pour eux mêmes la structure opérative de l'objet. Leur difficulté essentielle était de faire abstraction de la vision immédiatement perçue de la structure (fig. 2) qui, de toute évidence, était non opérative. La preuve en est le compte-rendu fait par les sujets eux-mêmes - tant par ceux qui avaient résolu le problème que par ceux qui ne l'avaient pas résolu. Après l'expérience, tous étaient d'accord pour souligner que la figure manifeste les avait "embrouillés" bien que les consignes, à savoir reproduire exactement les points, aient été parfaitement claires. Elle avait été pour les sujets un facteur de dispersion, qui les avait dans une certaine mesure "hypnotisés" et dont il leur avait fallu se libérer. Cette nécessité avait créé une situation conflictuelle, des contradictions internes dans la situation expérimentale. Ce sentiment de situation conflictuelle s'était manifesté, en particulier, dans le fait que l'expérience s'était déroulée sur le fond d'une certaine excitation émotionnelle des sujets, tout à fait évidente dans certains cas.

Il nous semble que seuls de tels facteurs peuvent expliquer le fait que la majorité des sujets (62%) de la série principale d'expériences n'ait pu accomplir la tâche expérimentale, en dépit de son caractère élémentaire. Un de ces sujets a dit ceci : " Je me rendais parfaitement compte que je devais reproduire les points indépendamment des lignes représentées sur la figure. Mais les formes perçues agissent toujours fortement sur moi. Et dans ce cas concret les lignes m'ont complètement embrouillé".

Un doute est permis : chacun des sujets n'ayant pu résoudre le problème n'avait-il pas une interprétation erronée des consignes ; et ne s'était-il pas efforcé sciemment de reproduire la structure manifeste (fig. 3a et b). Mais si on peut accorder que l'incompréhension des consignes et cela malgré leur netteté - ait pu se produire dans certains cas isolés, ce fait ne peut expliquer la situation expérimentale conflictuelle dont

il s'est agi plus haut.

En conclusion nous voudrions souligner que notre étude ne représente que le tout début d'une étude expérimentale de l'image opérative en tant que reflet de la structure opérative de l'objet. Cette recherche a été effectuée sur un modèle très concret et très simple. Les images dont il s'agit ici ne peuvent être directement comparées aux images opératives produites dans des formes d'activité plus complexes, en particulier l'activité de travail de l'opérateur (cf. /2/). Etudiant le reflet de la structure opérative de l'objet, nous avons tenté de donner une analyse purement fonctionnelle de l'image opérative mais cette analyse ne caractérise pas pour l'instant l'image opérative du point de vue de son contenu.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. BEAR STAFORD. Cybernétique et commande de la production (traduit de l'anglais). Moscou, 1963.
2. OCHANINE D. L'image opérative d'un objet commandé dans les systèmes "homme-automate". *XVIII^e Congrès international de Psychologie*. Symposium 27. Problèmes psychologiques des systèmes "homme-machines". Moscou, 1966.

L'IMAGE OPERATIVE EFFECTRICE

D. Ochanine, V. Kozlov

I. ENONCE DU PROBLEME

L'analyse de l'action sur l'objet, en tant que processus informationnel, a montré que le traitement de l'information s'y effectue par l'intermédiaire des images opératives (/10/, /8/).

Contrairement aux *images cognitives* qui sont le reflet intégral des objets dans toute la diversité de leurs propriétés accessibles, les *images opératives* sont des structures informationnelles spécialisées qui se forment au cours de telle ou telle action dirigée sur des objets. Les caractères spécifiques essentiels des images opératives sont *le laconisme et l'adéquation à la tâche*. Ces deux aspects apparaissent tant dans le contenu de l'information organisée dans les images que dans la manière dont cette information y est structurée. Les recherches de notre laboratoire ont montré, en outre, que ce qui caractérise le reflet des objets dans les images opératives consiste en un certain nombre de *déformations fonctionnelles*. Celles-ci sont en fait une mise en évidence et une accentuation des caractéristiques de l'objet, qui, dans les conditions d'une action donnée, revêtent une signification informationnelle particulière (/1/).

Nous distinguons deux groupes essentiels d'images opératives suivant les fonctions qu'elles remplissent dans le traitement de l'information au cours de l'action sur l'objet : les *images afférentes* et les *images effectrices*. Les premières conditionnent les états successifs de l'objet, les secondes le choix et la préparation d'actions finalisées sur l'objet (/10/).

Nous considérons qu'en différenciant, grâce à des expériences de laboratoire, les fonctions qui entrent dans l'ensemble du processus de traitement de

l'information au cours de l'action sur l'objet, on pourra étudier systématiquement les deux groupes d'images. Pourtant, jusqu'à présent, les efforts de notre laboratoire avaient porté, préférentiellement, sur l'étude des divers aspects des *images afférentes* (/6/, /5/, /9/, /7/).

Les *images effectrices* sont définies comme *images de l'action* projetée sur l'objet et apparaissant dans les caractéristiques structurelles de l'objet (/10/). C'est pourquoi il a été souligné que les structures qui font de l'objet un système, deviennent en même temps pour le sujet, grâce aux images effectrices, des schémas, des plans de l'action, décrivant la conduite de celui-ci à l'intérieur du système (/3/). Une série d'observations a permis de supposer que, conformément aux étapes essentielles de la transformation effectrice de l'information au cours de l'action sur l'objet, il convient de distinguer également diverses espèces d'images opératives effectrices : les images dans lesquelles les caractéristiques structurelles de l'objet se reflètent sous forme de schéma, d'itinéraire à suivre, sortes d'ébauches d'une stratégie projetée sur l'objet; les images qui reflètent la structure *motrice* dynamique de l'action dans sa totalité et représentent son *schéma sémantique topologique*, correctement orienté dans l'espace, bien que n'ayant pas les caractéristiques métriques de l'objet ; enfin, les images motrices des composantes gestuelles de l'action, métriquement dosées et achevées (/10/).

Nous avons tout lieu de supposer que les trois espèces d'images effectrices mentionnées doivent être examinées comme *les étapes successives de la formation de l'image*. Si cette supposition est vérifiée, elle présentera un intérêt d'autant plus grand que les étapes dont il s'agit ici coïncident en bien des points avec "les étapes structurelles qualitatives" que L.M.Vekker avait observées aussi bien au cours de l'élimination progressive des "brouillages" extérieurs que par rapport aux conditions "internes" de la simultanisation de l'image et qui, comme l'a montré cet auteur, correspondent à l'échelle cybernétique hiérarchisée des niveaux d'organisation des signaux (/1/).

Etant donné l'importance théorique et pratique des questions abordées, nous nous sommes proposé d'effectuer des recherches expérimentales systématiques

sur les images effectrices afin d'essayer d'apporter des réponses aux questions suivantes :

1. Peut-on, expérimentalement, établir de manière incontestable la formation d'une image opérative effectrice au cours d'actions exécutées par des sujets et simulant de manière satisfaisante l'action d'un opérateur à un poste de commande?
2. La présence de l'image effectrice facilite-t-elle, et si oui, dans quelle mesure, l'accomplissement d'une tâche ?
3. L'image effectrice formée expérimentalement correspond-elle aux caractéristiques générales de l'image effectrice (décrites plus haut) et de l'image opérative en général ?
4. Quelles sont, dans des conditions expérimentales concrètes, les particularités de la structure optimale de l'image opérative effectrice ?
5. Quelle est la dynamique du processus de formation de cette image ?

II. DISPOSITIF EXPERIMENTAL ET METHODE D'INVESTIGATION

Notre laboratoire a utilisé, pour cette étude, un dispositif¹⁾ expérimental constitué des unités essentielles suivantes : (fig.1)

1. *Pupitre du sujet.* Un clavier de 15 x 15 touches. On utilise pour les besoins de l'expérimentation deux champs de travail de mêmes dimensions et disposés l'un à côté de l'autre sur le clavier :

- a) Un champ carré contenant 7 x 7 touches blanches, chacune portant un caractère en noir. C'est le champ "caractères" (fig.1-1).

Les caractères sont disposés dans l'ordre suivant :

¹⁾ Ce dispositif a été conçu et réalisé par V.Kozlov

E O I K P A G
 R G B D V T N
 V T A G O K I
 N I P R E P B
 K B O P A N R
 T G N I K G B
 A D R V T B O

b) Un champ carré de 7 x 7 touches blanches "vierges". C'est le "champ vierge" (fig.1-2.)

2) *Tableau de signalisation* (fig.1-3.) disposé verticalement, face au sujet. Des mots apparaissent par transparence sur le pourtour du tableau à égales distances du centre. On utilise des mots de cinq lettres, à savoir :
 1. TARAN 2. VORON 3. KARAT 4. BOROV 5. BARAK 6. KOROB 7. BARAN
 8. NOROV 9. KORAN 10. BARON *)

3) *Module de commande de chronomètres électroniques au millième de seconde* (CM-1, CM-2 et CM-3) avec imprimantes numériques (IN-1 et IN-2) (fig.1-4.)

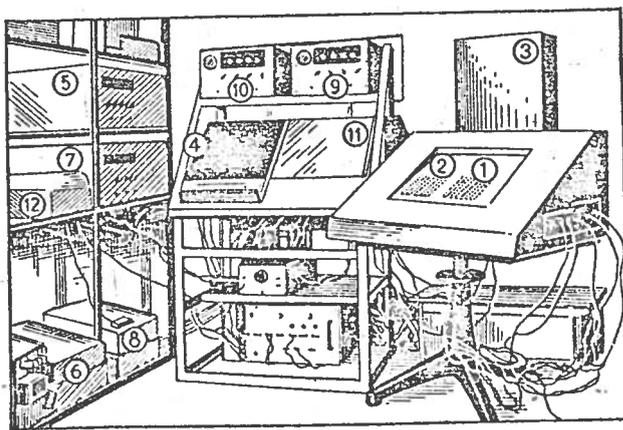


Fig.1. Dispositif expérimental (vue générale)

- 1 - champ caractères ; 2 - champ vierge;
- 3 - tableau de signalisation ;
- 4 - module de commande des chronomètres et imprimantes;
- 5 et 6 - CM1 et IN1 ; 7 et 8 - CM2 et IN2 ;
- 9 - CM3 ; 10 - compteur d'impulsions CI ;
- 11 - tableau de contrôle visuel;
- 12 - machine à écrire à commande électrique.

*) *En français* : 1. EPERONNAGE 2. CORBEAU 3. CARAT 4. VERRAT 5. BARAQUE
 6. BOITE 7. MOUTON 8. CARACTERE 9. CORAN 10. BARON (N.d.T.)

CM1 et IN1 (5 et 6) mesurent et enregistrent automatiquement le *temps de recherche* des touches-caractères (T_r) nécessaires pour composer les mots. L'ensemble se met en marche au moment de l'apparition du mot sur le tableau et s'arrête lorsque le sujet appuie sur la touche correspondant à la première lettre du mot.

CM2 et IN2 (7 et 8) mesurent et enregistrent le *temps de composition* du mot (T_c) sur le champ-caractères. L'ensemble se met en marche au moment où le sujet appuie sur la touche correspondant à la première lettre et s'arrête au moment où il appuie sur la dernière touche. A l'aide du compteur d'impulsions (CI) il peut être réglé pour n'importe quelle longueur de mots (exprimée en nombre de pressions sur les touches).

CM3 (9) indique au sujet la vitesse requise de composition des mots, celle-ci étant contrôlée par l'expérimentateur. Il est déclenché à la pression sur la première touche-caractère. Au cas où le sujet ne parvient pas à composer le mot dans le temps requis, un signal sonore se fait entendre ; dans le cas contraire CM3 est interrompu automatiquement au moment où le sujet appuie sur la dernière touche.

4) *Dispositif à programmation pour commander l'apparition des mots sur le tableau de signalisation*. Mis en circuit par le compteur d'impulsions (10) à l'aide d'un relais de temporisation (RT) électronique à intervalles de temps établis et réglés par l'expérimentateur (pour notre expérience : 6 ou 7 secondes) après que le sujet a appuyé sur la dernière touche caractère.

5) *Tableau de contrôle visuel (I-II)* permettant à l'expérimentateur de suivre à distance la dynamique de l'actionnement des touches et, en cas de nécessité, soit de noter "à la main" la séquence des pressions, soit de la fixer sur une pellicule photographique ou cinématographique. Ce tableau est constitué d'un champ d'ampoules électriques dont la disposition correspond à celle des touches sur le pupitre du sujet; d'un écran translucide couvrant ce champ sur lequel les lettres sont reproduites dans le même ordre que sur le pupitre du sujet. Le fonctionnement de ce tableau dépend directement de

la pression du sujet sur les touches.

6) *Module d'enregistrement automatique* inscrivant les coordonnées des touches actionnées à l'aide de deux machines à écrire électriques (fig.1-12).

Il ressort de cette description que toute la procédure expérimentale est entièrement automatisée.

Avant le premier essai, tous les sujets subissent un test spécial qui est une séance d'entraînement pendant laquelle ils doivent réagir à chaque signal lumineux en appuyant aussi rapidement que possible sur 5 touches voisines disposées verticalement. Ces pressions se font de haut en bas et de bas en haut (au total, 25 fois dans les deux sens). Les signaux lumineux suivent le rythme qui sera par la suite celui de l'apparition des mots sur le tableau. Ce test permet à chacun des sujets de s'adapter au pupitre et à l'expérimentateur de fixer la vitesse de composition des mots qu'il peut exiger du sujet par la suite et qui sera indiquée à ce dernier par CM3.

Pendant les principales expériences, le sujet est assis devant le pupitre ; il fixe un point situé au centre du tableau de signalisation. Dès l'apparition d'un mot sur le tableau, il le compose le plus rapidement possible sur le champ caractères. Comme chacune des huit lettres appartenant aux 10 mots utilisés est reprise 4 fois sur le champ caractères, il est évident que tout mot pourra être composé de plusieurs manières (en suivant divers itinéraires). Le sujet est libre de choisir l'itinéraire qui lui convient. Chaque mot doit être achevé, que le sujet ait réussi à le composer dans le temps requis ou non, par conséquent indépendamment du signal sonore.

Il y a en tout quatre expériences. Avant le début de la III^e, l'expérimentateur précise les consignes et attire l'attention des sujets sur le fait qu'ils doivent essayer de diminuer non seulement T_c , mais aussi T_r . Chacune des expériences est constituée de cycles (4 cycles pour la I^{ère} et la IV^e, 5 pour la II^e et la III^e expériences). Chaque cycle répète la même suite arbitraire de 50 mots. Chacun des 10 mots se retrouve donc 5 fois dans chaque cycle. On ménage entre les cycles un arrêt de 2 ou 3 minutes, pendant lesquelles le champ est voilé. Par ailleurs, après la IV^e et dernière expé-

rience, chaque sujet reconstitue un cycle, donc 50 mots, sur le champ vierge .

Après chaque expérience, les sujets doivent :

- 1) reproduire de mémoire sur une feuille de papier tous les itinéraires dont ils se souviennent (compte-rendu graphique N°1, ou CRG-1)*.
- 2) remplir de mémoire un formulaire-plan du champ vierge, en représentant à l'aide des lettres correspondantes toutes les touches qu'ils ont utilisées au cours de l'expérience.

Ainsi, à la fin de la dernière expérience, l'expérimentateur dispose, pour chaque sujet, des données suivantes :

- 1) description exacte des itinéraires utilisés pour composer chacun des dix mots à son apparition (20 itinéraires pour les I^{ère} et IV^e expériences, 25 pour les II^e et III^e et 5 sur le champ vierge, donc en tout 95 itinéraires pour chacun des 10 mots et 950 itinéraires au total par sujet) ;
- 2) mesure concrète de T_c et T_r pour chacun de ces 950 itinéraires ;
- 3) quatre comptes-rendus graphiques CRG-1 et quatre CRG-2, un pour chaque expérience .

Douze sujets de 20 à 25 ans, en général des étudiants en sciences humaines de l'Université de Moscou, ont participé à ces expériences.

+

✱

Pour que les dimensions soient respectées, les quatre touches d'angle sont représentées sur la feuille, à une distance réelle l'une de l'autre et à leur vraie grandeur.

III. RESULTATS

1. Les données expérimentales font ressortir qu'après un certain nombre de cycles, pouvant ne pas être le même pour tous les sujets, chacun d'entre eux se met à utiliser uniquement l'un des itinéraires possibles. L'ensemble des itinéraires ainsi choisis constitue, pour un sujet et une tâche expérimentale donnés, la structure opérative de l'objet (du champ de composition des mots)*. Nous considérons que la structure opérative est choisie par le sujet à partir du moment où il a établi définitivement pour lui-même les itinéraires de formation des dix mots.

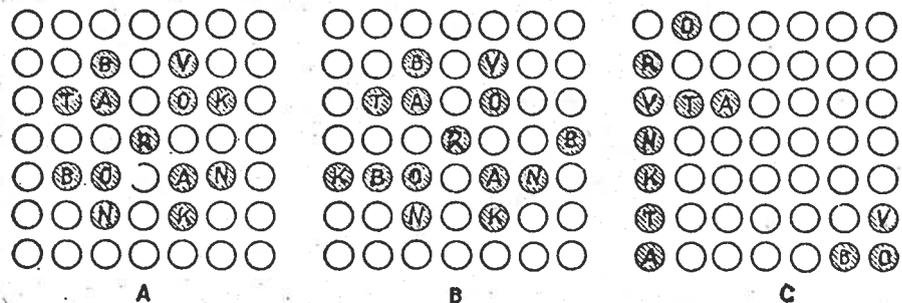


Figure 2. Structures opératives dégagées par les sujets

- A - structure opérative optimale utilisée par la majorité des sujets ;
- B - structure opérative choisie par les sujets 1 et 3 ;
- C - structure opérative choisie par le sujet 4.

Dans /5/ nous avons montré que, pour reproduire sur le clavier du pupitre un système de points présentés visuellement, les sujets choisissaient la meilleure, c'est-à-dire la plus fiable de toutes les structures opératives possibles de ce système.

Dans des conditions expérimentales beaucoup plus complexes, celles dont il

* Dans ce cas précis "structure opérative" est pris dans une acception plus large que dans /5/, à savoir, structure partielle de l'objet choisie et utilisée réellement par le sujet, par opposition à "structure opérative optimale" (cf. plus bas).

s'agit ici, la structure opérative est en fait également, dans la majorité des cas, *objectivement optimale*. Cette structure est représentée à la figure 2 en A. Nous l'appellerons dorénavant "structure A". Elle se distingue des autres structures opératives possibles 1) par un nombre minimal d'éléments utilisés (=13) ; 2) par un nombre minimal de liaisons entre les divers éléments (=12) ; 3) par une longueur totale minimale des segments de liaison ($=8.20 + 4.20\sqrt{2} = 272$ mm) ; par une longueur minimale et égale de chacun des itinéraires ($2.20 + 2.20\sqrt{2} = 96$ mm) pour une longueur totale minimale des itinéraires (=960 mm) ; par une "forme satisfaisante" (symétrie de la figure formée par la structure).

Cette structure a été choisie par 9 sujets sur 12 (sujets 2,5,6,7,8,9,10,11 et 12). Les autres (1 et 3) ont utilisé les itinéraires de cette même structure pour former tous les mots sauf deux (KOROB, KORAN), ce qui a abouti à une structure moins satisfaisante (fig. 2B).

Seule la structure utilisée par le sujet 4 (fig. 2C) a été totalement différente. Cette structure contient même, il est vrai, un élément de moins (12) que la structure A, structure que nous estimons être objectivement optimale. Néanmoins, d'après tous les autres critères, la structure C est sans doute moins satisfaisante que la structure A. La structure C n'est pas symétrique, elle comporte 15 liaisons, ses itinéraires ont des longueurs différentes et sensiblement plus grandes (de 201 à 301 mm) ; la longueur totale des segments de liaison est de 842 mm (3 fois celle de la structure A), et la longueur totale des itinéraires de 2481 mm, c'est-à-dire 1521 mm de plus que pour la structure A.

Un caractère spécifique de la structure C est sa *polarité*, c'est-à-dire la présence en elle de deux groupes spatialement distincts, opposés, situés à la périphérie du champ de composition des mots. Cette particularité est facilement explicable par l'*arythmie* du travail du sujet 4, qui forme inmanquablement les itinéraires de 5 éléments en deux étapes (suivant la formule $2 + 3$ ou $3 + 2$), le court laps de temps entre les étapes étant utilisé pour le passage de la main d'une moitié du champ à l'autre, de droite à gauche et vice versa. Cette arythmie a été observée non seulement au cours des expériences principales, mais encore pendant le test prélimi-

naire et n'a par conséquent en aucune mesure été provoquée par les particularités de la disposition des lettres sur le champ ; bien au contraire, elle existait à la base du choix de telle ou telle combinaison de touches-caractères dans les itinéraires réalisant la structure.

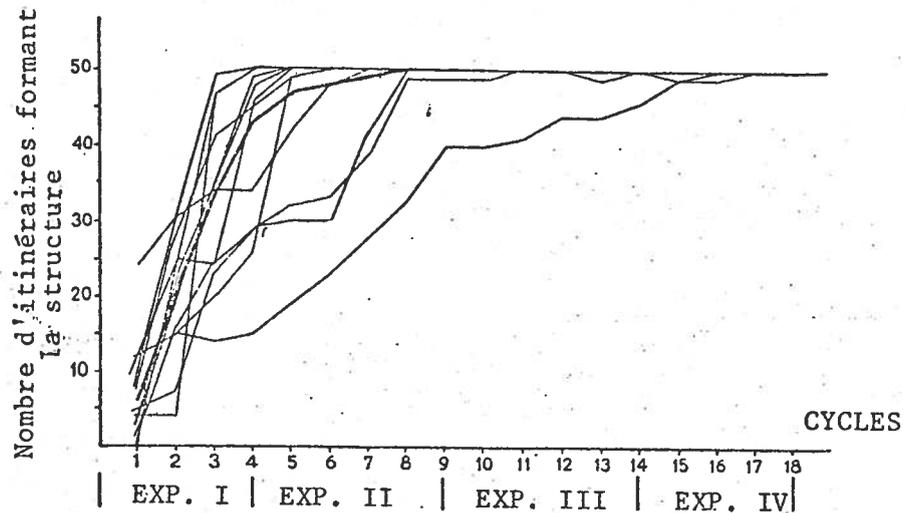


Figure 3. Dynamique du processus de choix de la structure opérative par les sujets

La ligne plus épaisse indique les données moyennes pour tous les sujets à l'exception des sujets 1 et 4.

3. Le moment du choix définitif de la structure opérative est précédé dans tous les cas d'un processus plus ou moins prolongé pour mettre en évidence la structure opérative. On peut aisément représenter par une courbe la dynamique individuelle d'un tel processus en comptant combien de fois, au cours des cycles successifs, chacun des itinéraires a été utilisé par le sujet, et en reflétant la façon dont ce nombre varie de cycle en cycle. Le processus de recherche de la structure opérative est représenté à la figure 3. Sur l'axe horizontal sont portés les cycles successifs, et sur l'axe vertical, le nombre d'itinéraires utilisés par les sujets au cours de chacun de ces cycles.

Les données expérimentales montrent que le processus de mise en évidence et de fixation par les sujets de la structure opérative se fait en trois phases. Examinons ces phases sur l'exemple d'un sujet (sujet 2, fig.4) au cours des quatre cycles de la première expérience, et également sur les

courbes moyennes de la variation du temps de recherche des itinéraires (T_r) et du temps de composition (T_c) dans 4 expériences successives (fig. 5A)

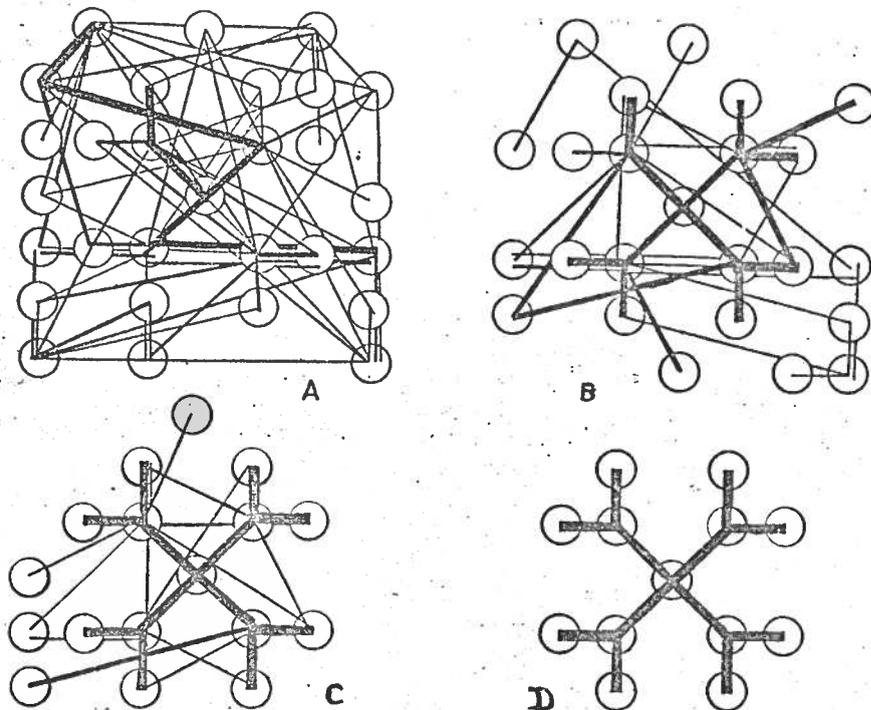


Figure 4. Itinéraires de composition des mots.
Sujet 2.

L'épaisseur des lignes indique la fréquence relative de l'utilisation par le sujet des segments correspondants de l'itinéraire.

A - 1^{er} cycle, B - 2^e cycle, C - 3^e cycle, D - 4^e cycle.

1. *Phase de réactions chaotiques* (surtout 1^{er} cycle). Elle est caractérisée par le grand nombre et la diversité des itinéraires. Par ailleurs, pour cinq compositions successives d'un même mot, sont souvent choisis cinq itinéraires différents (fig. 4A). A cette phase, T_c est souvent un peu supérieur à T_r (fig. 5A).

2. *Phase de recherche et de mise en évidence de la structure opérative* (cycles II et III). Caractérisée en premier lieu par une augmentation très marquée de T_r et une forte réduction de T_c (voir fig. 5A). Le nombre d'itinéraires diminue progressivement. Sur le fond d'une diver-

sité d'itinéraires qui subsiste encore, la structure opérative se détache nettement (fig. 4 B et C).

3. *Phase de fixation définitive de la structure opérative* (surtout cycle IV et suivants). Caractérisée par une stabilisation de T_c à son niveau optimal et une diminution progressive de T_r , qui devient particulièrement sensible, naturellement, après que les consignes ont été précisées au début de la troisième expérience (fig. 5 A : le moment où les consignes sont précisées est indiqué par une flèche). A cette phase, la structure opérative ressort définitivement et les itinéraires superflus sont éliminés (fig. 4 D).

Il est évident que le morcellement du processus en phases selon les cycles n'est qu'une sorte d'approximation et qu'il ne peut exprimer qu'une tendance générale, caractéristique de la majorité des sujets. Ainsi, chez le sujet 5 la fixation de la structure opérative est totalement réalisée dès le début du cycle III, alors que pour le sujet 11 ce processus se prolonge jusqu'au VII^e et pour le sujet 1, jusqu'à la dernière expérience.

4. Si la *structure* (dans la présente expérience les touches sont disposées dans un ordre déterminé sur le champ-caractères) est la caractéristique essentielle de l'*objet-même* de l'action (champ-caractères) en tant que système, et que la *structure opérative* est la *structure partielle* de l'objet utilisée en fait par le sujet pour résoudre son problème (ensemble de 10 itinéraires empruntés pour composer successivement les 10 mots), l'image opérative doit être considérée en l'occurrence comme un *reflet* subjectif de la *structure opérative dans la conscience du sujet*. La question du *reflet subjectif* sous forme d'image de la structure opérative de l'objet est en réalité beaucoup plus complexe qu'on pourrait le croire à première vue.

Il est certain que dans l'*image perceptive* de l'objet, la différenciation de l'information venant de l'objet commence dès le I^{er} cycle. Elle correspond à un double processus : d'une part, regroupement des éléments (touches) *constituant la structure* ; d'autre part, leur mise en évidence sous forme de "figures" sur le "fond" général du champ. Le résultat est que les touches-

caractères et leurs relations spatiales cessent d'être perçues sur un même plan et linéairement, comme c'était le cas dans les premières tentatives de recherche d'itinéraires.

Il est certain également qu'au fur et à mesure du travail, la structure opérative de l'objet est stockée dans les mécanismes de la mémoire : il se produit un processus parallèle de formation d'une *image opérative-référence* (/10/), ce dernier processus et le processus perceptif ayant des effets réciproques. L'image-référence en formation, "filtrant" en quelque sorte l'information extéroceptive redondante, participe à la formation progressive de l'image opérative perceptive qui, à son tour, constitue une base de correction sensorielle pour l'image-référence, en la maintenant au niveau requis (opératif) d'actualisation.

Il est évident enfin que le processus de structuration perceptive visuelle comme le processus de formation de l'image-référence visuelle dépendent directement des *données proprioceptives* venant de la main qui travaille.

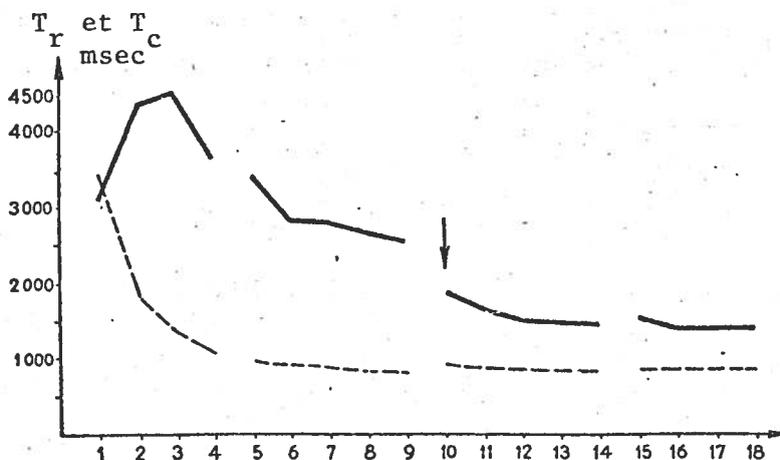


Figure 5. Courbes moyennes de T_r et T_c (ligne pleine et ligne en pointillé) pour dix sujets

La flèche indique le moment où les consignes ont été précisées.

L'interdépendance et la fonction concrète, dans la régulation de l'action, de toutes ces composantes du reflet, sont vraisemblablement différentes aux diverses étapes de la mise en évidence et de l'utilisation de la

structure opérative de l'objet et elles ne peuvent être établies qu'après une recherche expérimentale spécialement conçue à cet effet. Tant que cette étude n'existe pas, nous ne pouvons les apprécier que par des voies détournées.

Les données essentielles relatives au *processus de formation de l'image opérative-référence* sont contenues dans les comptes-rendus graphiques des sujets. Examinons ces données (figure 6) :

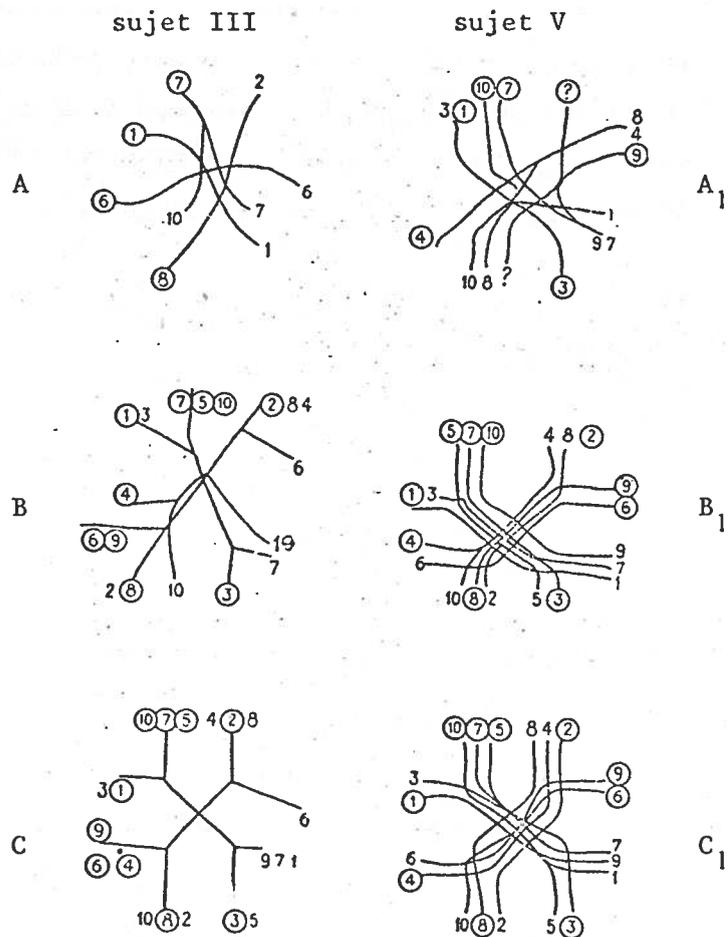


Figure 6. Etapes essentielles du processus de formation de l'image-référence sur l'exemple des sujets 3 et 5 (données du CRG-1)

A et A₁ - CRG-1 des sujets après la I^{ère} expérience ;
 B et B₁ - CRG-1 après la III^e expérience ;
 C et C₁ - CRG-1 à l'issue de la IV^e.

Les itinéraires de la composition des mots sont désignés dans CRG-1 par des chiffres dans l'ordre indiqué dans la III^e partie de l'article. Les chiffres encadrés se trouvent aux points de départ des itinéraires, et ceux qui ne sont pas encadrés, aux points terminaux.

En règle générale, dans les premiers CRG-1, les sujets reproduisent uniquement des itinéraires indépendants, d'ailleurs très fragmentaires (fig. 6 A et A₁).

En effet, chaque itinéraire est caractérisé : 1) par un dessin spatio-cinématique : une courbe décrivant le mouvement de la main qui travaille (la droite) ; 2) par la disposition spatiale, sur l'aire de composition, des 5 touches-caractères dont la réunion forme l'itinéraire ; 3) par un certain ordre de succession de ces 5 touches-caractères, codé par le mot correspondant. Dans les premiers CRG-1 typiques, les touches-caractères ne ressortent absolument pas. Et c'est pourquoi ces CRG ne portent aucune indication concernant l'ordre des lettres. Ils ne sont que la reproduction d'un dessin spatio-cinématique. La direction générale du mouvement de la main (par exemple, de haut en bas et de droite à gauche, etc.) y est donnée le plus souvent avec exactitude. Les courbes représentant des itinéraires distincts ont un caractère schématique ; elles sont caractérisées par leur forme arrondie, sans virages, sans cassures et sans angles.

On constate une situation analogue pour les premiers CRG-2. Les touches sont marquées dans un ordre défini par la logique des itinéraires ; la séquence se réalise inmanquablement de la périphérie (de l'élément de départ) vers la périphérie (élément terminal), en passant par le centre. De plus, on observe souvent un décalage général de l'itinéraire vers la gauche ou vers la droite, et une reproduction plus ou moins exacte du dessin spatial général de la courbe.

Si on en juge par ces comptes-rendus, la formation de l'*image de la structure opérative intégrale* commence avec la II^e et plus rarement avec la III^e expérience.

La structure opérative intégrale de l'objet est caractérisée ici par la disposition réciproque des 10 itinéraires qui la constituent. La structure A mise en évidence par la majorité des sujets étant composée de 13 touches-caractères, il est évident que les mêmes touches y sont utilisées pour plusieurs itinéraires, et ceci avec des fréquences différentes. La fréquence

relative d'utilisation, dans la structure A, des différentes touches-caractères est indiquée au tableau 1, les chiffres qui suivent les lettres indiquant le nombre d'itinéraires dans lesquels ces lettres apparaissent comme élément commun.

Tableau 1

FREQUENCE RELATIVE D'UTILISATION DES DIFFERENTES
TOUCHES-CARACTERES DANS LA STRUCTURE A

	B/3		B/3	
T/2	A/5		O/5	K/2
		R/10		
B/2	O/5		A/5	N/3
	N/3		K/2	

Ce tableau montre que les 13 éléments de la structure ne peuvent jouer un rôle identique quant à la localisation dans l'image-référence (corrélation spatiale) des dix itinéraires. C'est l'élément central (R/10) qui joue le rôle le plus important puisque tous les itinéraires s'y recoupent. Puis viennent quatre éléments intermédiaires O/5, O/5, A/5, A/5, dont chacun est commun à la moitié des itinéraires. Huit touches-caractères ont une importance locale plus grande, elles sont situées à la périphérie de la structure et chacune est utilisée dans 2 ou 3 itinéraires comme point de départ ou comme point terminal. Cela concerne également la structure B. Autrement dit, *la valeur relative des divers éléments pour le reflet intégral dans l'image de la structure opérative peut être déterminée avec une précision satisfaisante par les caractéristiques fréquentielles de l'utilisation de ces éléments au cours du travail.*

C'est pourquoi il est naturel que la formation de l'image opérative-référence intégrale soit d'abord liée à la mise en évidence par les sujets des éléments particulièrement informatifs de la structure - l'élément central R/10 et les

éléments intermédiaires 0/5, 0/5, A/5, A/5 - ainsi qu'à leurs tentatives pour localiser exactement chaque itinéraire par rapport à ces éléments.

On peut très bien suivre ce processus sur les CRG-2 successifs. En effet, lorsqu'ils les établissent, les sujets remplissent d'abord le plan du champ de composition conformément à la "logique des itinéraires" (représentation des itinéraires l'un après l'autre, indication de la succession des touches correspondant à la direction du mouvement de la main - de la périphérie à la périphérie en passant par le centre). Puis ils passent progressivement à l'indication des touches dans un ordre répondant aux caractéristiques fréquentielles de leur utilisation au cours du travail (d'abord le centre R/10, puis la croix - 0/5, 0/5, A/5, A/5, enfin la périphérie). A cet égard, les données récapitulatives présentées au tableau 2 sont significatives. Le tableau contient les résultats pour 9 sujets à l'exception du sujet 4 qui a travaillé selon la structure C et des sujets 1 et 8 qui, jusqu'à la fin de l'expérience, n'ont pas réussi à établir le CRG-2.

Tableau 2

SUCCESSION DES MARQUES FAITES SUR LE PLAN PAR
LES SUJETS AUX DIFFERENTES ETAPES DE LA FORMATION
DE L'IMAGE OPERATIVE EFFECTRICE.
DONNEES RECAPITULATIVES CONCERNANT 9 SUJETS.

Nombre de sujets en fonction de la succession des marques portées sur le plan	EXP I	EXP II	EXP III	EXP IV
A. Suivant la "logique des itinéraires"	6	4	2	0
B. 1) marque du "centre" 2) marque de la "croix" 3) marques de la "périphérie"	1	4	5	8
C. 1) marque du "centre" 2) "logique des itinéraires"	1	0	2	1
D. Marques désordonnées	1	1	0	0
Total	9	9	9	9

En ce qui concerne les éléments les plus éloignés du centre, ceux de la périphérie, leur indication s'effectue soit 1) toujours suivant l'itinéraire, ce qui est visible par l'appartenance aux mêmes itinéraires de deux touches périphériques marquées l'une après l'autre; soit 2) dans un ordre circulaire; dans le sens des aiguilles d'une montre ou dans le sens inverse. Par ailleurs, on observe également un passage progressif du premier de ces procédés au second.

Les données de CRG-1 (fig. 6 B et B₁) correspondent pour l'essentiel à celles de CRG-2. Le plus souvent, c'est à partir de la seconde expérience (et plus rarement, de la troisième) que commence le processus de segmentation (apparition d'éléments qui "rompent" les itinéraires) et que les itinéraires se combinent plus correctement. En même temps, dans les CRG correspondants, apparaît l'indication d'un "centre" commun à tous les itinéraires : R/10, ainsi que le croisement des itinéraires en des points intermédiaires.

CRG-1 présente une particularité très curieuse à cette étape de la formation de l'image opérative, à savoir la présence dans les comptes-rendus graphiques d'un grand nombre de variantes pour la représentation tant des divers itinéraires que de la structure opérative dans son ensemble. Il est évident que la formation de l'image de la structure opérative n'est pas encore terminée à cette étape. On remarque un caractère imprécis, instable, une certaine mobilité du reflet de la structure dans l'image. On a l'impression que l'image est "hésitante", comme si elle "vacillait" dans les limites très larges d'un isomorphisme topologique. Ce manque de netteté du reflet de la structure dans l'image témoigne en fait d'un très haut degré de liberté dans la reproduction graphique. N'ayant pas une idée exacte des caractéristiques métriques de la structure, le sujet représente chacune de ses parties d'une manière plus ou moins arbitraire et, pour lui, le problème consiste à trouver le moyen de "tout accorder". Pour ce faire, certains segments des itinéraires sont raccourcis, d'autres allongés, ce qui entraîne une modification, un ajustement de leurs rapports réciproques. Il en résulte une figure où le système réel des rapports est assez bien observé dans l'ensemble mais qui est naturellement encore bien loin de répondre à un isomorphisme mé-

trique.

L'incertitude des données mnémoniques de la structure de l'objet et l'interprétation arbitraire qui en est donnée créent des conditions particulièrement favorables aux *déformations fonctionnelles*, typiques pour ces formes opératives du reflet. Nous avons montré dans un autre article que ces déformations consistent dans l'accentuation des fragments des figures représentées, qui portent, dans les conditions concrètes de l'expérience, la charge informationnelle essentielle (/11/).

En quoi consistent les déformations fonctionnelles à l'étape considérée de la formation de l'image opérative ? Nous avons vu qu'au cours de la seconde et de la troisième expérience, les itinéraires qui se reflétaient d'abord isolément chez les sujets, se réunissaient en une image unitaire cohérente de la structure opérative et que ce processus consistait avant tout dans *l'organisation de l'image autour d'un centre* et dans la mise en évidence des éléments cruciaux de la structure, qui sont les principaux points de croisement des itinéraires. Il est naturel que dans ces conditions la charge informationnelle essentielle tombe sur la partie centrale de la structure, comprise entre les quatre éléments intermédiaires O/5, O/5, A/5, A/5. Par conséquent, conformément au principe de la déformation fonctionnelle, c'est surtout cette partie centrale qui doit être mise en évidence, accentuée, dans l'image opérative.

Tableau 3

RAPPORT EN LONGUEUR DES SEGMENTS CENTRAUX ET DES SOMMES DES SEGMENTS PERIPHERIQUES DES ITINERAIRES AUX DIFFERENTES ETAPES DE FORMATION DE L'IMAGE OPERATIVE EFFECTRICE

sujet N°	expériences			
	I	II	III	IV
2	0,84	0,88	1,19	1,06
3			1,20	0,89
5		1,09	2,33	1,08
7		1,52	1,56	1,52
9		1,32	1,86	1,59
6	0,99	1,66	1,24	
12		1,42	1,32	1,15
10		1,40	1,28	2,00

Nous trouvons les données correspondantes au tableau 3, qui indique le rapport en longueur des parties centrales des itinéraires comprises entre les 2^e et 4^e touches-caractères (par exemple, pour le mot BARON le segment compris entre A et O) aux sommes des segments périphériques compris entre les 1^{ère} et 2^e et entre les 4^e et 5^e touches-caractères (c'est-à-dire, pour BARON la somme du segment compris entre B et A et du segment compris entre O et N). On trouve au tableau 3 les résultats de huit sujets, à l'exception du sujet 4 qui a dégagé la structure C et des sujets 1, 8 et 11 qui, jusqu'à la fin de l'expérience, n'ont pu indiquer dans CRG-1 la structure de l'objet (A ou B) ne fût-ce que dans ses grandes lignes.

Le tableau montre 1) que la grandeur relative apparente de la partie centrale de la structure opérative de l'objet (rapport de sa grandeur apparente à la grandeur apparente de la périphérie) change d'expérience en expérience et 2) qu'aux étapes moyennes de la formation de l'image, cette grandeur dépasse, pour sept sur huit des sujets, celle qu'elle prend à l'étape finale (IV^e expérience) de même qu'à l'étape initiale (I^{ère} expérience), naturellement dans les cas où, à cette étape, l'image est déjà assez structurée. Nous pensons que ce phénomène est en relation directe avec "l'effet de rapetissement apparent d'un objet non fixé" que nous avons décrit ailleurs comme l'un des mécanismes d'ajustement, assurant le reflet préférentiel du paramètre le plus informatif de l'objet (/4/).

Il est intéressant de comparer les déformations fonctionnelles de l'image chez les sujets travaillant suivant les schémas A et B avec le CRG-1 du sujet 4. L'image de ce dernier présente également des déformations fonctionnelles caractéristiques, bien que, dans les conditions de la structure C qu'il a dégagée, celles-ci prennent nécessairement un caractère tout différent. Dans le travail fait sur cette structure, le plus d'information est fourni par l'appartenance de chaque touche-caractère recherchée à l'un des deux sous-ensembles de touches de la structure qui ont des positions diamétralement opposées sur le champ de composition. Et c'est pourquoi il n'est pas surprenant - comme il ressort nettement du CRG1 du sujet 4 (fig.7) que la déformation fonctionnelle de la structure dans son image consiste justement dans l'accentuation de ses traits spécifiques : 1) le groupement

spatial des touches-caractères en deux sous-ensembles et 2) l'écartement spatial de ces sous-ensembles.

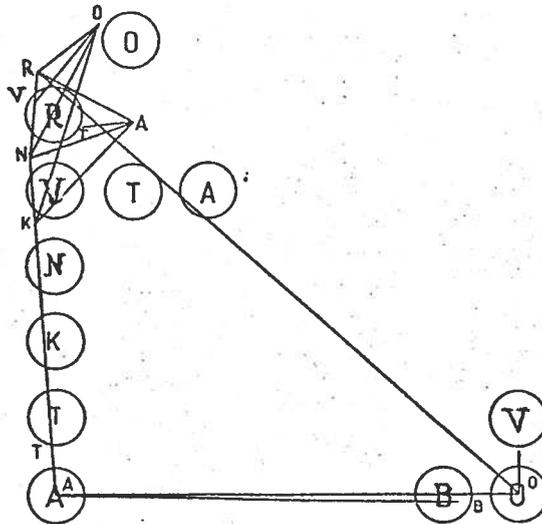


Figure 7. Déformation fonctionnelle dans l'image opérative effectrice du sujet 4 (d'après les données du dernier CRG-1).

Les grandes lettres indiquent la position réelle des touches-caractères sur l'aire de composition et les petites, le reflet de cette position dans l'image.

L'analyse de BRG-1 et CRG-2 montre qu'à l'étape finale (IV^e expérience) il se produit une nouvelle *stabilisation* de l'image opérative-référence (fig. 6 C et C₁), bien qu'on ne puisse parler, naturellement, à cette étape, de sa formation définitive. On ne peut parler non plus d'*isomorphisme métrique* entre l'image et la structure de l'objet, bien que l'évolution de l'image dans le sens de la résorption des déformations fonctionnelles décrites plus haut soit évidente, de même que sont évidents d'ailleurs certains nouveaux écarts de la métricité, dictés par le souci d'une "forme plus satisfaisante" (égalisation des longueurs des segments verticaux, horizontaux et diagonaux des itinéraires ; cf. fig. 6 C et C₁).

5. Les données expérimentales montrent nettement le *manque de concordance temporelle* entre le processus de mise en évidence de la structure opérative de l'objet et le processus de formation de l'image-référence. Les données témoignent également de ce que la durée du second processus, comme la dépendance de cette durée de la rapidité de mise en évidence de la structure opé-

rative, sont fonction de la complexité de la structure dégagée.

Ainsi, si les sujets travaillant avec la structure opérative optimale A (fig. 2 A) ou la structure proche B (fig. 2 B) dégagent ces structures, en général, dès la fin du II^e et du III^e cycle de la I^{ère} expérience, les choses sont toutes différentes pour le sujet 4 qui travaille avec la structure opérative C, beaucoup plus complexe (fig. 2 C). Ce sujet n'a définitivement mis en évidence la structure opérative qu'à la fin de la II^e expérience en utilisant au cours de cette expérience 24 touches-caractères, c'est-à-dire deux fois plus que n'en contient la structure C (12). Mais par ailleurs, comme on le voit dans le CRG-2 (tableau 4), dès la première expérience il ne reflète dans l'image que 12 caractères (2 erreurs de localisation dans la I^{ère} expérience, aucune erreur dans la II^e).

Tableau 4

ROLE PREPONDERANT DE L'IMAGE
DANS LA MISE EN EVIDENCE DE LA STRUCTURE OPERATIVE
CHEZ LE SUJET N°4

	e x p é r i e n c e s			
	I	II	III	IV
Nombre de touches-caractères utilisées par le sujet N°4 au cours de son travail	27	24	13	12
Nombre de touches-caractères reflétées dans l'image-référence (d'après les données du CRG-2)	12	12	12	12

Les chiffres portés au tableau 4 attestent, nous semble-t-il, que, à ce niveau de complexité de la structure opérative, c'est l'image opérative-référence formée au cours du travail qui joue le rôle essentiel pour la mise en évidence de la structure et pour l'utilisation de celle-ci dans le travail.

Nos données ne nous permettent pas de répondre d'une manière exhaustive à la question suivante : dans *quelle mesure* la qualité de la structure opérative et celle de l'image opérative-référence déterminent-elles l'efficacité du travail de nos sujets ? Mais il faut dire que, dans l'ensemble, l'influence de l'une comme de l'autre sur cette efficacité est indiscutable.

A la fin de l'expérience, en présence d'un travail réalisé pratiquement sans erreur, nous avons utilisé deux indices d'efficacité : 1) la moyenne de la vitesse absolue d'accomplissement du travail ; 2) la moyenne de la vitesse relative exprimée par le rapport de la vitesse requise (établie par l'expérimentateur en fonction des résultats du test) à la vitesse réelle d'accomplissement du travail. Les données concernant l'efficacité du travail des sujets d'après ces deux indices sont portées au tableau 5.

Tableau 5

VALEURS MOYENNES DE LA VITESSE ABSOLUE (LIGNES SUPERIEURES)
ET DE LA VITESSE RELATIVE (LIGNES INFERIEURES) DU TRAVAIL DES SUJETS

N°	Sujets	T _{test} (en ms)	exp. I				exp. II					exp. III				exp. IV				CHAMP vierge	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17		18
1	I	1100	3.006 2,73	2.754 2,5	2.419 2,2	2.515 2,3	1.622 1,5	1.447 1,3	1.246 1,1	1.204 1,1	1.209 1,1	1.459 1,3	1.280 1,1	1.233 1,1	1.163 1,05	1.145 1,04	1.159 1,05	1.084 1,0	1.109 1,0	1.157 1,05	1.662 1,5
2	VI	1000	4.936 4,9	1.266 1,26	1.077 1,07	0.982 0,98	0.917 0,92	0.899 0,9	0.997 0,99	0.838 0,84	0.793 0,79	0.900 0,9	0.862 0,86	0.831 0,831	0.798 0,8	0.715 0,71	0.926 0,93	0.952 0,95	0.937 0,94	0.942 0,94	0.866 0,87
3	XI	---	1.448 1,45	1.288 1,28	1.139 1,14	1.079 1,08	1.191 1,19	1.076 1,08	1.095 1,09	1.009 1,09	0.981 0,98	1.008 1,0	1.000 1,0	0.998 1,0	0.971 0,97	0.964 0,96	0.985 0,98	0.972 0,97	0.991 0,99	0.985 0,98	0.980 0,98
4	XII	---	3.146 3,15	2.051 2,05	1.615 1,62	1.138 1,14	1.026 1,03	0.989 0,99	0.981 0,98	0.979 0,98	0.969 0,97	0.988 0,98	0.985 0,98	0.983 0,98	0.974 0,97	0.982 0,98	0.952 0,95	0.961 0,96	0.977 0,98	0.956 0,96	0.979 0,98
5	III	900	3.739 4,15	1.041 1,1	0.932 1,03	0.900 1,0	0.966 1,07	0.909 1,0	0.909 1,0	0.896 1,0	0.867 0,96	0.909 1,0	0.865 0,96	0.856 0,95	0.827 0,92	0.804 0,89	0.830 0,92	0.810 0,90	0.855 0,95	0.859 0,95	0.870 0,97
6	IV	---	4.347 4,7	3.482 3,87	2.394 2,66	1.909 2,1	1.790 2,0	1.701 1,9	1.810 2,0	1.447 1,6	1.485 1,6	1.325 1,5	1.115 1,2	1.199 1,3	1.094 1,1	1.032 1,1	1.156 1,3	1.027 1,1	1.044 1,2	1.002 1,1	1.946 2,16
7	V	---	1.100 1,2	0.846 0,94	0.846 0,94	0.842 0,93	0.840 0,93	0.832 0,92	0.829 0,92	0.811 0,9	0.846 0,94	0.824 0,091	0.835 0,93	0.799 0,89	0.833 0,92	0.799 0,89	0.820 0,91	0.838 0,93	0.849 0,94	0.852 0,95	0.875 0,97
8	VII	---	3.517 3,9	2.580 2,86	1.295 1,44	1.090 1,2	0.967 1,07	0.942 1,05	0.859 0,95	0.881 0,98	0.851 0,95	0.902 1,0	0.908 1,0	0.874 0,97	0.845 0,94	0.836 0,93	0.846 0,94	0.809 0,9	0.837 0,93	0.798 0,89	0.844 0,94
9	VIII	---	5.140 5,7	2.371 2,6	2.806 3,1	1.448 1,7	0.981 1,09	0.785 0,87	0.792 0,88	0.760 0,84	0.786 0,87	0.926 1,03	0.865 0,96	0.855 0,93	0.859 0,95	0.862 0,96	0.868 0,96	0.849 0,94	0.864 0,96	0.885 0,98	0.934 0,93
10	IX	---	3.107 3,45	2.071 2,3	1.601 1,8	1.121 1,25	1.002 1,1	0.968 1,07	0.923 1,03	0.912 1,01	0.892 0,99	0.926 1,03	0.890 0,99	0.876 0,97	0.885 0,98	0.874 0,97	0.892 0,99	0.914 1,01	0.888 0,99	0.878 0,97	0.853 0,95
11	X	---	3.726 4,14	2.226 2,47	1.467 1,6	1.359 1,5	1.090 1,2	0.913 1,01	0.877 0,97	0.875 0,97	0.902 1,0	0.904 1,0	0.927 1,03	0.894 0,99	0.822 0,91	0.856 0,95	0.884 0,98	0.885 0,98	0.850 0,94	0.852 0,95	0.851 0,95
12	II	800	4.192 5,24	1.904 2,4	1.155 1,4	0.814 1,02	0.785 0,98	0.760 0,95	0.754 0,94	0.743 0,93	0.759 0,95	0.764 0,96	0.748 0,95	0.761 0,95	0.750 0,94	0.752 0,94	0.769 0,96	0.782 0,98	0.803 1,0	0.791 0,99	0.791 0,99

Les chiffres soulignés correspondent aux cycles dans lesquels le rapport *vitesse requise/vitesse réelle* est supérieur à 1.

Le tableau 5 montre que les sujets 1 et 4 se distinguent nettement de l'ensemble des sujets par les deux indices. On comprend aisément que le travail du sujet 4, qui n'est pas satisfaisant, est le résultat de la *formation d'une structure opérative inadéquate* (C). Quant au sujet 1, les raisons de son échec doivent être recherchées dans les difficultés qu'il a rencontrées *au cours de la formation de l'image opérative-référence*. Les résultats indiscutablement plus faibles qui ressortent du CRG-1 ainsi que du CRG-2 (fig. 8), en sont un témoignage éloquent.

Une question reste en suspens : celle de l'importance de la *métricité de l'isomorphisme* de l'image opérative-référence définitivement formée, à la structure opérative de l'objet. La réponse à cette question est d'autant plus difficile à trouver que pendant le travail de nos sujets, l'image-référence a été en étroite interaction, comme nous l'avons indiqué plus haut, non seulement avec l'image perceptive visuelle de la structure mais aussi avec l'image proprioceptive, telle qu'elle se forme au cours du travail, comme résultat des déplacements successifs de la main. Notre méthode d'expérimentation n'a malheureusement pas permis de délimiter exactement les fonctions de ces différentes composantes de l'acte total de reflet de la structure opérative.

Il est possible que l'image perceptive visuelle de la structure se trouvant continuellement devant les yeux du sujet ou "l'image motrice dosée de l'acte gestuel" dont nous avons parlé dans un autre article (/10/) aient encore contribué, dans le cas présent, à *proportionner exactement* l'image-référence à la structure opérative de l'objet. Dans le cas d'une telle répartition des fonctions entre les différentes formes de reflet de la structure au cours de la régulation de l'action des sujets, l'isomorphisme métrique pourrait être inutile, voire *non pertinent*.

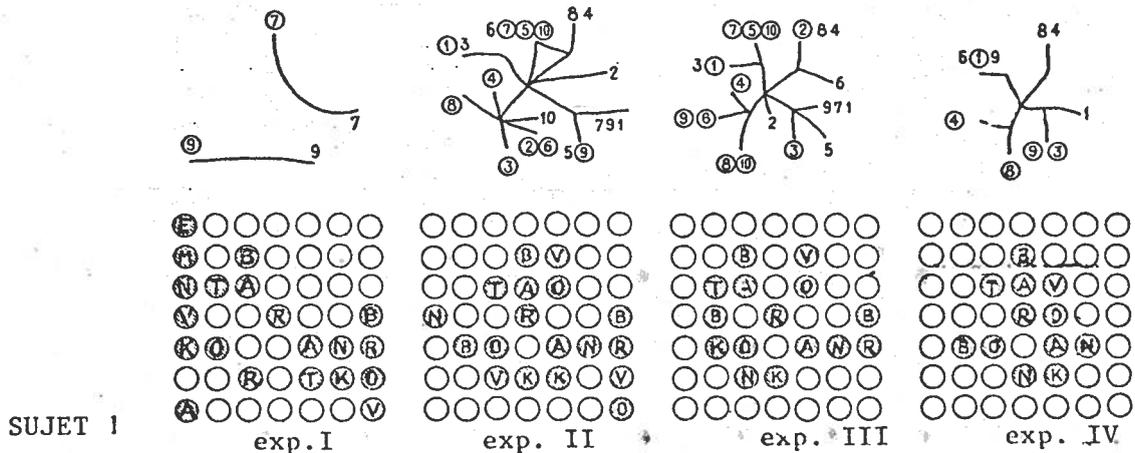


Figure 8. Essais de reproduction par le sujet 1 (dans CRG-1 et 2 de la structure opérative après chacune des quatre expériences.

Les chiffres sont indiqués de la même manière qu'à la figure 6.

IV. CONCLUSIONS

1. L'expérience décrite est la simulation d'une vaste classe de problèmes concernant la commande d'un objet ; elle consiste dans la réalisation successive de réactions motrices complexes et rapides (indications d'itinéraires sur le champ de composition) suivant des algorithmes déterminés et en fonction du contenu pragmatique des signaux (/2/). En accomplissant leur tâche, tous les sujets dégagent la structure opérative de l'objet et en arrivent peu à peu à l'utilisation exclusive de cette structure.
2. La mise en évidence de la structure opérative est un processus naturel caractérisé, en premier lieu, par la corrélation entre le temps de recherche de l'itinéraire (T_r) et le temps de réalisation des réactions motrices (T_c).
3. Une très forte majorité de sujets met en évidence la structure opérative *objectivement optimale*, que caractérisent, dans les conditions de l'expérience, un nombre minimal d'éléments, un nombre minimal de liaisons entre les éléments, une longueur totale minimale des segments de liaison, une longueur minimale de chacun des itinéraires pour une longueur totale minimale de ces itinéraires, ainsi qu'une "forme satisfaisante".
4. La structure opérative trouve son reflet subjectif dans l'image opérative effectrice de référence, qui correspond aussi bien aux caractéristiques générales des images opératives (laconicité et adéquation à la tâche à accomplir) qu'aux caractéristiques spécifiques des images opératives effectrices (reflet du plan d'action exprimé dans les caractéristiques structurelles de l'objet).
5. La particularité essentielle de la dynamique du processus de formation de l'image opérative effectrice de référence consiste dans la transformation graduelle de l'image, allant d'un isomorphisme topologique à un isomorphisme métrique, ce qui correspond aux étapes structurelles et quali-

tatives de la formation de l'image perceptive (Vekker) et à l'échelle cybernétique générale des niveaux d'organisation des signaux.

6. Au cours du processus de formation de l'image opérative effectrice de référence, cette image présente des *déformations fonctionnelles*, typiques pour les images opératives et consistant dans l'accentuation des caractéristiques de l'objet qui, dans les conditions d'une action donnée et à une étape donnée de cette action, revêtent une importance informationnelle toute particulière.
7. Le rapport du temps de mise en évidence de la structure opérative au temps de formation d'un reflet adéquat dans l'image opérative effectrice de référence est fonction de la complexité de la structure opérative dégagée.
8. La mise en évidence de la structure opérative optimale de l'objet et le reflet adéquat dans l'image opérative effectrice de référence permettent au sujet de résoudre efficacement les problèmes qui lui sont proposés.

Il va de soi que la plupart des conclusions énumérées ont un caractère préliminaire et nécessitent des vérifications et des précisions.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Brovar A., Vekker L., Vladimirov N. et Mikhaïlova I.
Corrélation des caractéristiques structurelles et statistiques des images perceptives présentant divers niveaux de constance.
Questions de psychologie, 1971, N°1.
2. Vekker L. Corrélation des niveaux de généralisation, de constance et d'indétermination dans les processus de perception.
Psychologie théorique et appliquée - Université de Leningrad, 1969
3. Ochanine D. Fonction sémantique et pragmatique du signal.
Thèses des rapports présentés au II^e Congrès de la Société des psychologues de l'U.R.S.S. Symposium "Saisie et traitement de l'information par l'homme".
Moscou, 1963.

4. Ochanine D. L'image opérative de l'objet commandé dans les systèmes "Homme-automate". *XVIII^e Congrès international de psychologie. Symposium 27. Problèmes psychologiques des systèmes "hommes-machines"*. Moscou, 1966.
5. Ochanine D., Mirakian A. Processus d'ajustement opératif dans la perception des grandeurs. *III^e Congrès de la Société des psychologues de l'U.R.S.S., t.1.* Moscou, 1968.
6. Ochanine D., Chébek L. Reflet dans l'image opérative de la structure de l'objet. *Questions de psychologie*, 1968, N°5.
7. Ochanine D., Chébek L., Konrad E. Nature de l'image-étalon dans la reconnaissance des objets variables. *Questions de psychologie*, 1968, N°5.
8. Ochanine D. Rôle de l'image opérative dans l'appréhension du contenu informationnel des signaux. *Questions de psychologie*, 1969, N°4.
9. Ochanine D. Rôle des images opératives dans la transmission de l'information psychologique. *XIX^e Congrès international de psychologie*. 1969.
10. Ochanine D., Kovalev A. Essai de simulation sur ordinateur numérique de la formation de l'image-étalon au cours de la reconnaissance des objets variables. *Questions de psychologie et de pédagogie du travail, de formation et d'éducation professionnelles. Division 1, Yaroslavl*, 1969.
11. Ochanine D. L'action sur l'objet envisagée comme processus informationnel. *Questions de psychologie*, 1970, N°4.
12. Ochanine D. Opérativité du reflet dans les processus informationnels. *Problèmes méthodologiques de la cybernétique, t.1.* Moscou, 1970.

+ + +

ROLE DE L'IMAGE OPERATIVE DANS LA SAISIE
DU CONTENU INFORMATIONNEL DES SIGNAUX

D. Ochanine

ENONCE DU PROBLEME

L'action sur un objet peut être définie comme un processus où l'information sur les états successifs de l'objet est transformée en des actions finalisées sur cet objet. Cette transformation s'opère à la suite d'une confrontation de l'information arrivant de l'objet avec celle dont le sujet dispose déjà, par exemple l'information sur la forme ou la structure de l'objet, son état voulu, l'algorithme de son fonctionnement en tant que système dynamique, etc. Cette information préexistante, à laquelle est confrontée l'information extéroceptive, apparaît très souvent organisée en une image opérative.

L'image opérative représente donc toujours une certaine information immédiatement disponible sur l'objet (*information inhérente à l'image*) reflétée dans la conscience du sujet et interagissant activement avec *l'information-signal*, c'est-à-dire avec l'information qui vient au sujet de l'extérieur au cours même de l'action. L'image opérative est caractérisée avant tout par son ordonnance structurelle : d'une manière ou d'une autre, l'information qu'elle fournit y est structurée en un tout cohérent dont les constituants s'inscrivent dans un ensemble de relations déterminé.

Dans le système psychologique fonctionnel sous-tendant l'action sur l'objet (cf. /1/), les images opératives s'alignent dans un ordre qui dépend de leur fonction dans la transformation de l'information.

Notre propos est ici d'étudier les images opératives permettant l'appréhension du contenu informationnel des signaux. On sait que le contenu des signaux peut être soit explicite, soit implicite et que, dans ce dernier cas, est indispensable "un traitement complémentaire du signal en vue d'en dégager la fonction informationnelle" (/5/). Nous essaierons de prouver qu'un tel traitement s'effectue grâce à des images opératives adéquates. Dans une situation expérimentale, ces images se forment immédiatement avant l'action, par suite des consignes verbales de l'expérimentateur, lorsque le sujet prend connaissance des conditions de l'expérience.

Dans les cas présentés ici, le temps de traitement ne peut être tiré de façon univoque d'une quantité abstraite d'information fournie par les signaux et calculée selon la formule de Shannon ou de toute autre manière. Du fait qu'ici le traitement s'effectue *au cours de la confrontation des signaux avec l'information contenue dans l'image*, la complexité et par conséquent les temps de traitement doivent être déterminés *par la spécificité concrète de ce processus*.

Toutes choses égales d'ailleurs, la difficulté de ce processus de confrontation dépend directement des *particularités de l'image opérative* elle-même, à savoir : 1) de la quantité d'information contenue dans l'image, dont il est indispensable de tenir compte pour traiter le signal (aspect quantitatif du contenu de l'image) ; 2) de la structure de l'image, c'est-à-dire de la manière dont l'information qu'elle contient y est organisée (aspect qualitatif).

L'importance des propositions formulées plus haut est évidente. Si nous arrivons à imaginer une expérience dans laquelle l'image opérative de l'objet sera donnée au départ ou dont on pourra, d'une manière suffisamment certaine, juger d'après la conduite du sujet, nous serons en possession d'un procédé expérimental valable permettant d'apprécier l'image opérative, c'est-à-dire de déterminer son efficacité (sa complexité, sa fiabilité, etc.). Cela ouvrirait la voie à la formation finalisée d'images opératives pouvant au mieux mettre en évidence le contenu informationnel

des signaux et par la même faciliter la stratégie du traitement de l'information-signal dans l'exécution de telle ou telle opération de travail.

Pour cette recherche, les tâches concrètes suivantes ont été proposées :

- 1°. Déceler le rôle de l'image opérative dans la saisie du contenu informationnel des signaux.
- 2°. Etudier certaines particularités du processus de formation de l'image opérative pour une classe de tâches délimitée par les conditions de l'expérience et montrer leur influence sur les difficultés de traitement de l'information-signal.

2. METHODE D'INVESTIGATION

Sur un tableau vertical de 55 x 65 cm, on dispose en circonférence 12 ampoules de signalisation. Le diamètre de la circonférence est de 30 cm et l'angle allant de l'oeil du sujet à deux ampoules opposées quelconques est de 12°. La face avant du tableau est un écran d'un blanc mat uniforme, à travers lequel le sujet voit apparaître les flashes. L'expérience comprend 3 séries. On utilise, dans chacune des séries, le même nombre d'éléments de signalisation, à savoir 8 ampoules positives et 4 ampoules "inhibitives" ou négatives. Ce qui change, ce sont uniquement les places respectives des éléments positifs et négatifs (fig. 1).

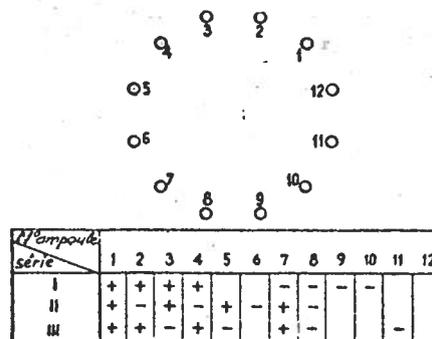


Figure 1

Avant le début de chaque série d'expériences, l'expérimentateur montre successivement les huit éléments de signalisation de la série, les éclairant *un par un* et indiquant ceux qui, cette fois, seront positifs et ceux qui seront négatifs. L'expérience commence quand le sujet a bien retenu la disposition des éléments de signalisation. Le sujet maintient son index sur une touche du pupitre et la presse quand l'un ou l'autre des quatre éléments positifs s'éclaire. La période de latence pour la réaction du sujet est enregistrée à l'aide d'un chronomètre au millième de seconde. Les signaux positifs et inhibitifs (négatifs) se succèdent avec une probabilité égale et suivant le même programme pour tous les sujets, ce programme étant établi suivant la loi de répartition aléatoire. De plus, les intervalles de temps entre deux flashes successifs sont de 7 secondes environ. Après chaque série d'expériences, le sujet rend compte verbalement et graphiquement de son travail. L'expérience est considérée comme achevée quand le sujet a eu, pour chaque série, 20 réactions exactes aux signaux positifs (n'entrent pas dans ce chiffre les réactions particulièrement lentes). On retient comme critères de difficulté : 1° le temps moyen de réaction, 2° la variabilité des temps de réaction, 3° le nombre d'erreurs, 4° le nombre de réactions particulièrement lentes.

Vingt sujets ont pris part à ces expériences, la majorité étant des étudiants en Sciences humaines de l'Université de Moscou.

III. RESULTATS DES EXPERIENCES

Les principaux résultats sont reproduits dans les tableaux ci-dessous.

Tableau 1

TEMPS MOYEN DE REACTION (20 SUJETS)

<i>En millisecondes</i>			<i>En %, par rapport au temps moyen de réaction dans la 1^{ère} série</i>		
S é r i e s					
I	II	III	I	II	III
44,4	111,2	90,1	100	253	203

Tableau 2

VARIABILITE MOYENNE
DU TEMPS MOYEN DE REACTION

S é r i e s

I	II	III
23,0	40,5	33,0

Tableau 3

REACTIONS PARTICULIEREMENT
LENTEES

S é r i e s

I	II	III
0	14	10

Tableau 4.

E R R E U R S

<i>Nombre total d'erreurs pour chacune des séries</i>			<i>Pourcentage des erreurs de chaque série, par rapport au nombre d'erreurs dans la 1^{ère} série</i>		
S E R I E S					
I	II	III	I	II	III
13	169	52	100	1300	400

IV. DISCUSSION DES RESULTATS

Il est évident que dans nos expériences les flashes appartiennent à une catégorie de signaux dont le contenu est mis en évidence par une confrontation avec l'image opérative.

Conformément à notre hypothèse, pendant la présentation qui est faite au sujet et pendant que celui-ci prend conscience de la disposition des signaux positifs et négatifs, une image opérative se forme, différente pour les trois séries d'expériences. Chacun des huit points de l'écran devient, dans l'image, porteur d'une information, à savoir : comment il faut réagir à ces flashes (c'est-à-dire, s'il faut y répondre en appuyant

sur la touche ou non). L'ensemble de ces huit points informationnels "fonctionnant" dans la série, constitue le volume du contenu informationnel de l'image (son aspect quantitatif).

Le processus de confrontation de l'information donnée par les signaux avec l'information fournie par l'image consiste :

- 1) à reconnaître les positions respectives des flashes qui se succèdent, en les projetant sur les points informationnels correspondants de l'image ;
- 2) à mettre en oeuvre l'information apportée par ces points, c'est-à-dire à exécuter la consigne en la rapportant chaque fois à un point précis et en tenant compte de la manière dont il faut réagir aux flashes.

Les résultats de l'expérience ont montré que la difficulté du traitement de l'information n'est pas du tout la même pour les différentes séries, suivant les critères adoptés.

Les différences de difficulté pour les différentes séries ne peuvent être portées au compte de la *quantité d'information-signal*, pour cette simple raison que, aussi bien le nombre de signaux positifs et négatifs que la probabilité de leur apparition et les intervalles entre deux signaux successifs, sont les mêmes dans les trois séries.

Il n'est pas possible non plus d'expliquer ces différences par la *quantité d'information-image*, puisque le nombre de points informationnels est resté constant pendant toute la durée de l'expérience ($4 + 4 = 8$) et que, par conséquent, la *quantité d'information-image* n'a subi aucune modification au passage d'une série d'expériences à une autre.

Restent donc les différences *qualitatives*. Les différentes séries, comme nous l'avons déjà indiqué, se distinguaient par les positions respectives des ampoules considérées comme "positives" et comme "négatives". Il est évident qu'une disposition différente des ampoules l'une

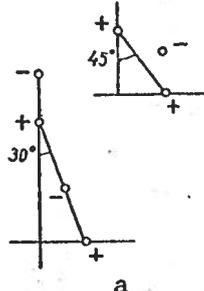
par rapport à l'autre exigeait des formes diverses de l'ordonnance structurelle des points informationnels de l'image. L'organisation structurelle de l'information-image, différente pour chaque série, a influencé à son tour de différentes manières l'efficacité de la solution des tâches expérimentales.

Les comptes-rendus graphiques et verbaux donnés par les sujets permettent de reconstituer en partie les processus de structuration opérative de l'image.

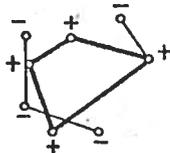
1°. L'une des deux formes essentielles de structuration consiste dans *l'intégration et la différenciation de l'information-image effectuées en dégagant les structures sémantiques partielles ou blocs informationnels*. En fait, il s'agit du procédé de regroupement sémantique décrit par A.Smirnov (/4/) à propos des processus de mémorisation et qui est maintenant largement étudié comme procédé d'*information chunking*. On sait que J.Miller (/11/) a observé ce procédé pour la mémorisation des syllabes, M.Mayzner et R.Gabriel (/10/) pour celle des nombres, B.Cohen (/7/) pour celle des familles de mots. Dans nos expériences, ce regroupement s'est effectué par l'établissement des relations spatiales entre les points informationnels.

Dans certains cas, ces relations étaient codées par des lignes imaginaires reliant les points informationnels et s'intégraient en structures visuelles imaginaires (fig.2).

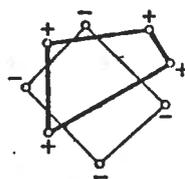
Les passages suivants des comptes-rendus des sujets témoignent des mêmes phénomènes. *Sujet 3, II^e série* : "En haut il y a un trapèze, puis une ampoule positive et une négative. En bas, un demi-cercle!" *Sujet 5, II^e série* : "Je me suis trompé du fait du passage d'un triangle à un losange. Dans la première série, il y avait pendant longtemps des triangles, et j'ai cessé de faire attention aux losanges, je ne cherchais que les triangles. Dans la deuxième série, il n'y avait d'abord que des losanges, ensuite des triangles".

Sujet 17,
II^e série

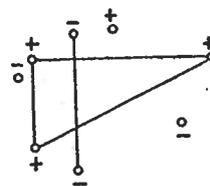
a

Sujet 19,
II^e série

b

Sujet 9
III^e série

c

Sujet 5,
III^e série

d

Figure 2. Mise en évidence des structures sémantiques partielles.

Dans d'autres cas, les relations spatiales partielles ont été établies par le déplacement, dans l'image, de certains points informationnels par rapport aux autres et par leur groupement spatial (fig. 3).

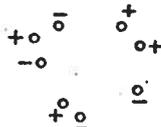
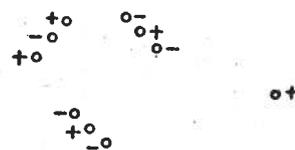
Sujet 4
III^e sérieSujet 5
II^e série

Figure 3. Groupement des points informationnels par déplacement.

Ce phénomène de déplacement rappelle la transformation libre des engrammes dans la *Gestaltpsychologie*, avec toutefois cette différence essentielle, que dans nos expériences le déplacement n'était en aucune mesure soumis à la loi de prégnance de la forme et qu'il était non pas figural, mais sémantique.

Les comptes-rendus graphiques des sujets montrent que les blocs informationnels obtenus par déplacement et groupement dans l'image peuvent être aussi bien *homogènes* (cf. fig. 5) qu'*hétérogènes*, c'est-à-dire qu'ils possèdent une structure informationnelle différenciée qui leur est propre. Dans nos expériences, ce sont les groupements ordonnés de deux points

informationnels ou plus, positifs et négatifs, qui constituent ces blocs hétérogènes (fig. 3).

Du fait que, dans les images opératives correspondant à différentes séries, les mêmes points informationnels se sont retrouvés à des endroits différents (par suite de leur regroupement sémantique), l'effet de déplacement a provoqué chez certains sujets une curieuse *illusion de mouvement des ampoules sur l'écran* :

"Toutes les ampoules bougeaient, sauf une" (Sujet 19).
 "Le cadre de l'écran bouge. Il n'a pas de limites nettes (L'expérimentateur invite le sujet à se persuader que le cadre est fixe). J'ai eu cette impression probablement parce que les ampoules bougeaient" (Sujet 17).

2°. La deuxième forme de structuration observée dans nos expériences est la *localisation des points informationnels à l'aide de repères ou d'axes de référence spatiaux établis mentalement* (fig. 4).

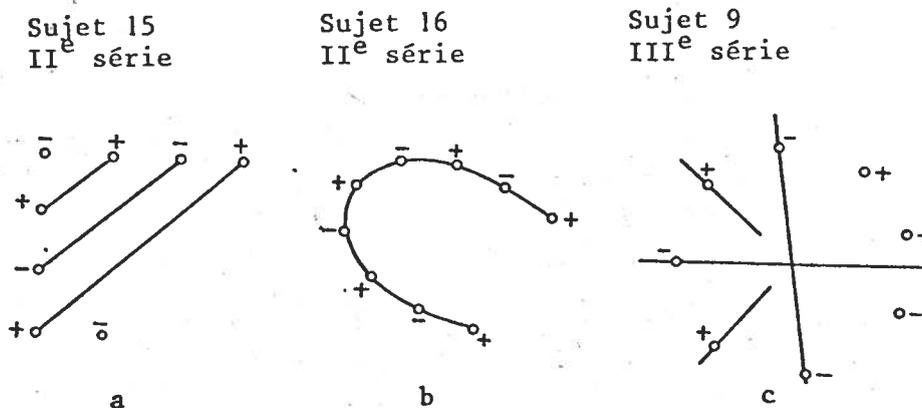


Figure 4. Repères et axes de référence

Les repères n'étaient pas seulement les différents points informationnels de l'image auxquels se référaient les sujets au cours de cette localisation, mais encore le cadre de l'écran et ses angles. L'un des sujets s'orientait grâce à la projection du point informationnel sur des objets du laboratoire qui se trouvaient dans son champ perceptif.

Voici un extrait du compte-rendu de ce sujet :
 "La première ampoule (positive) se trouvait au bord du rideau ; la deuxième (négative), au milieu du châssis blanc de la fenêtre ; la troisième (positive) sur le mur ; la quatrième (négative) sur la bissectrice de l'angle supérieur gauche de l'écran ; la cinquième (positive) n'était reliée à rien ; je me rappelle seulement qu'elle était un petit peu plus haut que la suivante, négative ; la sixième (négative) plus bas que la cinquième ; la septième (positive) juste sur la bissectrice de l'angle inférieur gauche de l'écran ; la huitième (négative) à gauche de la bissectrice, pas sur elle, mais à côté". (Sujet 13, 2^e série).

Nous considérons que les procédés de structuration opérative indiqués expliquent suffisamment les différences de difficulté entre les diverses séries d'expériences.

Donc, sans aucun doute l'avantage de la première série sur la troisième et surtout sur la deuxième, consiste en ceci que la disposition symétrique et polarisée des points informationnels y était un facteur contribuant au maximum à discerner deux structures sémantiques partielles, homogènes et opposées.

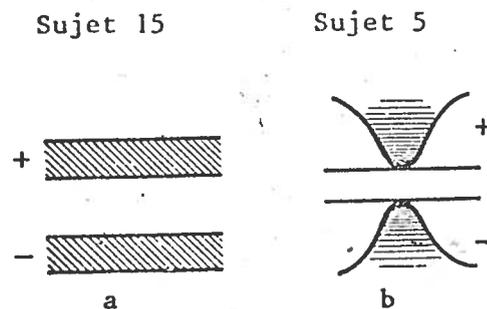
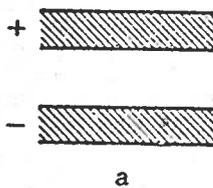


Figure 5. Comptes-rendus de deux sujets (première série).

En vérité l'objet lui-même (l'écran et les ampoules) était, dans cette

série, si bien organisé du point de vue opératif que la nécessité d'une structuration supplémentaire de l'image devenait inutile. Pour cette série il était parfaitement suffisant d'avoir une image opérative extrêmement simple et laconique, celle correspondant à l'information suivante : tous les éléments de signalisation positifs se trouvent "en haut", et les éléments négatifs "en bas" (fig. 5).

Sujet 15



Sujet 5

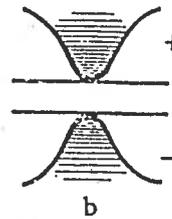


Figure 5. Comptes-rendus de deux sujets.
(première série)

Dans ces conditions, même l'indication du nombre total des éléments positifs et des éléments négatifs et, à plus forte raison, de leur positions respectives sur l'écran, devenait superflue et, si étrange que cela puisse paraître, la plupart des sujets n'en tenaient aucun compte. Nous avons vu qu'avant l'expérience, on annonçait aux sujets que dans toutes les séries huit signaux seraient présentés ($4 + 4 = 8$) et que pour la première série, comme pour les autres, ils verraient d'abord apparaître les huit signaux sur l'écran. Et pourtant, au cours de l'expérience les sujets ont oublié le nombre de signaux (fig. 6).

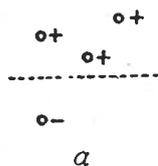
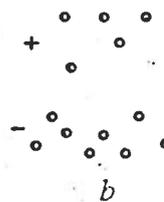
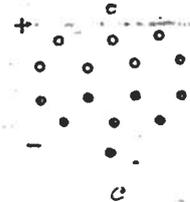
Sujet 1
1-ère sérieSujet 3
1-ère sérieSujet 18
1-ère série

Figure 6. Les sujets ne peuvent reproduire le nombre et la disposition des signaux de la 1^{ère} série

Dans certains cas, lorsqu'on leur demandait de reproduire tous les éléments de la première série ou de dire leur nombre, les sujets ont protesté, déclarant que l'expérimentateur aurait dû leur indiquer auparavant ce qu'ils devaient se rappeler.

Dans la deuxième série, la plus difficile, tous les sujets ont saisi d'emblée le principe élémentaire d'alternance des éléments positifs et négatifs. Pourtant, les réponses des sujets montrent qu'il ne leur a pas été facile de schématiser ce principe sous forme de structures spatiales partielles aisément différenciables, c'est-à-dire de former une image opérative efficace ; ceci, de toute évidence, les a menés à des résultats nettement inférieurs dans leur travail.

Dans la série suivante, la troisième, la disposition des éléments de signalisation favorisait dans une grande mesure la liaison des points informationnels en blocs sémantiques, bien que le principe de succession circulaire des éléments positifs et des éléments négatifs ait été ici plus compliqué.

Dans cette expérience, ce qui nous intéressait immédiatement, c'était une classe très précise d'images opératives, à savoir les images médiatisant la saisie du contenu informationnel des signaux. Cependant, il est possible que les principes mentionnés de la structuration des images opératives aient une portée plus grande et puissent trouver une importante application pratique. Essayons de le prouver sur un exemple. On connaît le rôle que jouent, dans les conditions de la télécommande, les représentations schématiques des objets commandés sur les panneaux d'information. Par ailleurs, nous avons souvent attiré l'attention sur le fait que le schéma mnémonique (synoptique) ne pouvait remplir sa fonction que dans le cas où il était isomorphe tant à l'objet commandé qu'à l'image de cet objet, grâce à laquelle l'opérateur traite l'information qui lui parvient de l'objet. Nous avons souligné également que le travail effectué avec un schéma synoptique bien établi était un moyen efficace, pour l'opérateur, de se former l'image la plus adéquate à la tâche de commande qu'il avait à assurer (/2/).

Comparons la variante "psychologique" que nous avons établie pour le synoptique du circuit d'huile d'une centrale thermique (/3/) avec le synoptique "technologique" de ce même circuit (fig. 7 et 8).

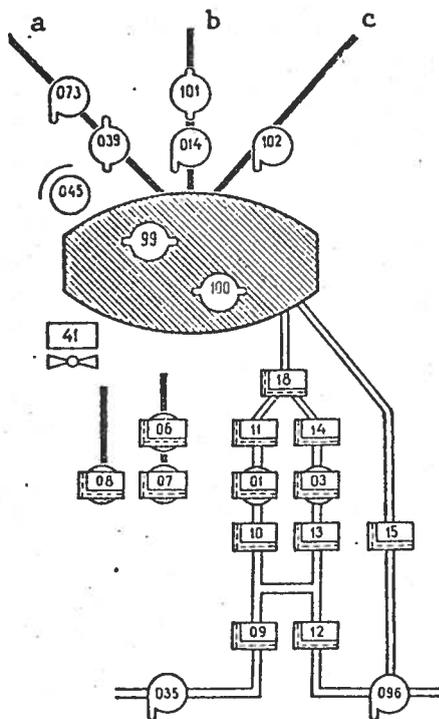


Fig. 7. Variante "psychologique"

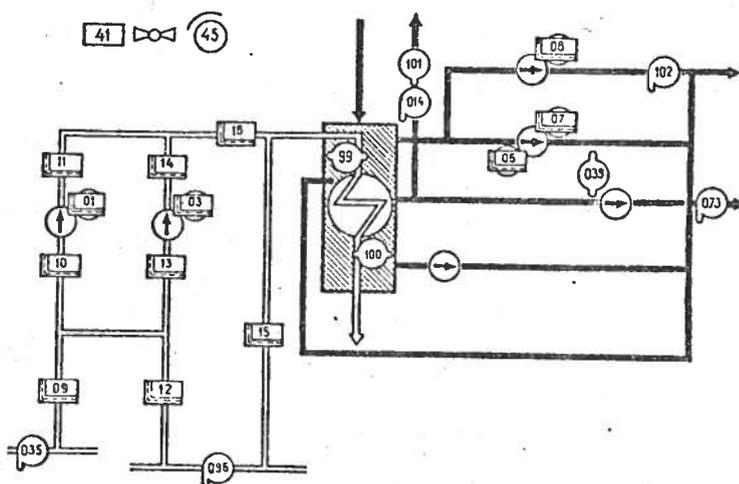


Fig. 8. Variante "technologique" du même synoptique

Ce qui distingue fondamentalement notre synoptique de la variante "technologique", c'est qu'il est basé sur le principe d'intégration et de différenciation de l'information-image par la mise en évidence de structures sémantiques partielles, que nous avons observée au moment de la formation de l'image opérative chez nos sujets. Dans ce cas concret de schéma synoptique, ce principe a trouvé son expression :

- a) dans une délimitation nette de la zone de signalisation (instruments indicateurs 073, 039, 045, 101, 014, 102, 99, 100)

et de la zone de commande (vannes 09, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 18 et pompes motorisées 08, 06, 07, 01, 03) ;

- b) dans la liaison structurelle des sorties ("adresses") du groupe électrogène rapportées aux sources correspondantes d'information (trois rayons dans la partie supérieure de notre schéma) ;
- c) dans l'isolement structurel, à l'intérieur de la zone de commande, et l'organisation en une ligne immédiatement visible, des pompes à huile et à eau qui sont les principaux moyens d'action sur la dynamique des fluides technologiques (08, 07, 01, 03) ;
- d) dans l'attribution, à la représentation de l'ensemble du groupe électrogène, d'une forme spécifique et frappante, favorisant la localisation opérative de l'information qui s'y rapporte, sur le synoptique général de la centrale, extrêmement compliqué et chargé.

Au cours d'une comparaison expérimentale de l'efficacité des deux variantes de synoptique, effectuée sur le modèle dynamique du groupe électrogène, le temps moyen des opérations de production s'est trouvé réduit, grâce à notre schéma, de plus de 3,5 fois, et le nombre total des erreurs commises par les sujets-"opérateurs" de 18 fois (/2/, /47/).

V. CONCLUSIONS

Cette étude a été basée sur le schéma de principe déjà utilisé pour établir et vérifier la loi de Hick. Pour toutes les séries d'expériences, ont été les mêmes : a) la complexité de la réaction de choix (alternative : appuyer / ne pas appuyer sur la touche) ; b) le nombre d'éléments de signalisation (4 + 4 = 8).

Les expériences ont donné les résultats suivants :

- 1°. La difficulté du travail dans les différentes séries

s'est avérée tout à fait différente, contrairement à ce qu'on aurait pu envisager partant des données de Hick (/8/), R.Hyman (/9/), T.N.Ouchakova (/6/) et d'autres auteurs.

2°. Le rôle de la structure de l'image opérative dans la saisie du contenu informationnel du signal a été mis en évidence.

3°. Quelques formes de structuration opérative dans la formation de l'image opérative, ont été trouvées.

4°. La possibilité d'une interprétation plus étendue et d'une utilisation pratique des résultats de la recherche a été démontrée grâce à l'analyse comparée de deux schémas synoptiques d'un même objet.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Ochanine D. Le système psychologique sous-tendant l'action sur l'objet. *Problèmes de psychologie industrielle*, III, Moscou, 1968.
2. Ochanine D. L'image opérative d'un objet commandé dans les systèmes "homme - automate". *XVIII^e Congrès international de psychologie. Symposium 27. Problèmes psychologiques des systèmes "hommes - machines"*. Moscou, 1966.
3. Ochanine D. Psychologie industrielle et ergonomie. *Encyclopédie soviétique des techniques modernes. Automatisation de la production et électronique industrielle.*, t.3.
4. Smirnov A. Les processus mentaux de la mémorisation. *Bulletin de l'Académie des Sciences pédagogiques de la R.S.F.S.R.* 1, 1945.
5. Tioukhtine V. De la nature de l'image. Moscou, 1963.
6. Ouchakova T. Interprétation de la loi de Hick. *Questions de psychologie*, N°6, 1964.

7. Cohen B. Investigation of recording in free recall. *Journal of Experimental Psychology*. 1963, 65.
8. Hick W. On the rate of gain of information. *Quart. Journal of Experimental Psychology*. 1952, 4, N°1.
9. Hyman R. Stimulus information as a determinant of reaction time. *Journal of Experimental Psychology*. 1963, N°45.
10. Mayzner M, Gabriel R. Information "chunking" and short-term retention. *Journal of Psychology*. 1963, 56.
11. Miller G. Human memory and the storage of information. *IRE Transactions on Information Theory*. 1956, V.IT-2, N°3.

DEFORMATION FONCTIONNELLE DES IMAGES OPERATIVES

D. OCHANINE, W. QVAAS, A. ZALTZMAN

I. ENONCE DU PROBLEME

La spécificité la plus surprenante, fondamentale peut-être, de l'image, consiste dans le *double aspect de sa finalité* : l'image est, en même temps qu'un instrument de connaissance, un régulateur de l'action. En tant qu'instrument de connaissance, l'image est appelée à refléter l'objet dans toute la richesse et la diversité de ses caractères accessibles. En tant que régulateur de l'action, elle forme un ensemble informationnel spécialisé dont le contenu et la structure dépendent des tâches qui constituent une action concrète sur un objet.

Le problème psychologique de l'image trouve sa solution dans la compréhension des relations complexes existant entre la fonction cognitive et la fonction opérative de l'image qui sont, semble-t-il, constamment et étroitement solidaires. Pourtant, compte tenu du niveau actuel de notre connaissance de l'image, il nous paraît indispensable de faire, en premier lieu, des études expérimentales distinctes de ces deux fonctions (/8/). La fonction opérative de l'image a été examinée dans un certain nombre de nos travaux (/1/, /2/, /3/, /4/, /5/, etc.).

Parmi les caractères spécifiques de l'image opérative, la *déformation fonctionnelle* occupe une place importante : il s'agit de l'accentuation des "points" informatifs les plus importants en fonction de la tâche visée : propriétés de l'objet, ses divers aspects, ses structures partielles.

Nous appelons cette déformation *fonctionnelle* parce qu'elle n'exclut en aucune mesure l'adéquation du reflet à la réalité. Dans certains cas,

le reflet fonctionnellement déformé des propriétés de l'objet, coexiste avec un reflet métriquement isomorphe de cet objet et l'image opérative est caractérisée par des contradictions internes. Dans d'autres cas, bien que la déformation "voile" par instants les caractères réels ou les relations entre les caractères de l'objet, cette déformation est éphémère, elle n'apparaît qu'au moment de l'exécution des tâches intermédiaires dont se compose l'action envisagée. Par ailleurs, les images opératives d'un même objet, déformées dans telle ou telle direction et dans telle ou telle mesure suivant la situation concrète et la spécificité des tâches proposées, interfèrent inévitablement et *s'équilibrent mutuellement*.

La déformation dont il s'agit est encore fonctionnelle pour la raison qu'elle est orientée vers une fin, à savoir *minimiser les possibilités d'erreurs*. Et c'est pourquoi elle se manifeste surtout dans les cas où l'apparition d'une erreur est la plus probable.

Le caractère fonctionnel de la déformation se manifeste enfin par une *souplesse* et une *plasticité* extrêmes du reflet opératif : il suffit que la tâche à effectuer ou les conditions concrètes de son accomplissement changent pour que la déformation fonctionnelle disparaisse complètement ou change de caractère, d'importance ou de polarité.

Nous posons que la déformation fonctionnelle doit être examinée comme une propriété générale des images opératives, en particulier des images faisant partie des systèmes psychologiques fonctionnels qui sous-tendent l'action sur l'objet (S.P.F.A.O.). *La confrontation* successive de l'information extéroceptive avec l'ensemble structuré des images-références correspondantes est un processus psychologique qui se déroule dans les S.P.F.A.O. (/6/). C'est pourquoi nous considérons que c'est justement la confrontation avec des images spécialement "préparées" en vue de l'action et fonctionnellement déformées qui communique à l'information perceptive une sorte de facteur de correction opératif temporaire.

Nous avons observé une déformation fonctionnelle aux différentes étapes du traitement de l'information au cours des actions sur les objets :

à l'étape initiale, dans l'appréhension du contenu informationnel des signaux en provenance de l'objet ; à l'étape finale, dans les processus de formation des images opératives effectrices : dans le reflet de la structure opérative en tant que schéma d'action sur l'objet (/7/).

Ce travail a également été effectué sur les images opératives entrant dans les S.P.F.A.O. et concernant, cette fois, une étape cruciale du traitement de l'information : le diagnostic des états instantanés de l'objet grâce à la confrontation de l'information qui en vient avec celle qu'on possède sur ses états *possibles* et qui se trouve reflétée dans une série d'images-références correspondantes.

L'objet transformé ou commandé est en général caractérisé par un nombre limité d'états possibles pratiquement significatifs. C'est pourquoi au cours de la réalisation d'une action sur un objet, il nous arrive en général d'opérer avec un nombre restreint, parfois insignifiant d'images correspondantes. Il semble que, dans ces conditions, établir un diagnostic se réduit à faire correspondre chacun des états instantanés de l'objet à l'une des classes données, c'est-à-dire, à *résoudre* en fait *des problèmes de classification*.

W. Quaas a étudié les processus de classification de figures géométriques abstraites (carrés de diverses dimensions). Les sujets avaient à résoudre les problèmes suivants :

- 1) déterminer, en se référant à des étalons, à laquelle de classes appartiennent les carrés présentés (1^{er} et 2^e groupes de sujets) ;
- 2) établir si les carrés correspondent par leurs dimensions à l'un des étalons et dans l'affirmative auquel de ces étalons (3^e groupe) ;
- 3) attribuer à chacun des carrés un ordre de grandeur en se basant sur les numéros d'ordre des étalons (4^e groupe).

Pour trois groupes, les étalons étaient des carrés de dimensions moyennes appartenant aux trois classes, et pour l'un des groupes, des carrés dont les dimensions les situaient à leur limite supérieure.

Cette expérience a montré des différences caractéristiques et tenaces dans l'appréciation des carrés présentés (proximité ou, au contraire, éloignement de l'évaluation subjective par rapport à l'étalon) et, dans certains cas, une modification de l'évaluation subjective des carrés égaux aux étalons suivant la spécificité des problèmes de classification (/9/).

Conscients de la grande importance théorique du fait "déformation fonctionnelle", nous voulions prouver son existence par une expérience spécialement conçue à cet effet. Nous arrêtant à un schéma analogue dans son ensemble à celui de l'expérience de W. Quaas, nous avons tenté d'examiner le problème de la classification des objets dans la perspective qui nous intéresse, celle du reflet opératif. Notre choix s'est porté sur des courbes de type sinusoïdal qui, on le sait, sont souvent utilisées pour traduire la dynamique des paramètres contrôlés de l'objet dans les systèmes à commande automatisée.

II. METHODE D'INVESTIGATION

Pour la première expérience on utilise 21 cartons blancs de 35 cm sur 52. Au centre de chacun de ces cartons est tracée à l'encre de chine une courbe de type sinusoïdal. Toutes les courbes ont la même amplitude (75 mm), mais leurs périodes sont différentes et varient entre 80 et 200 mm. La différence entre les périodes de deux courbes voisines est de 6 mm.

Au cours de l'expérience, chaque sujet a à résoudre deux problèmes :

Problème 1 : *Evaluer les périodes des courbes*

Ce problème doit être résolu tant avant le problème II (évaluations préalables) qu'après ce problème (évaluations critiques).

Problème 2 : *Déterminer la classe de chaque courbe.* Il y a deux variantes à la solution

de ce problème : l'une se réfère aux courbes-étalons (1^{ère} variante),

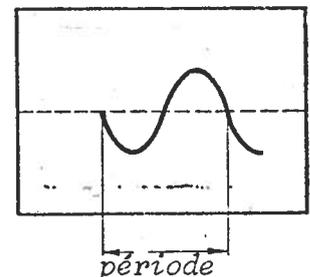


Fig.1. Carton avec courbe expérimentale

l'autre est indépendante de ces courbes, elle s'effectue de mémoire (2^e variante).

Les sujets sont répartis en quatre groupes suivant les courbes proposées comme étalons. Chaque groupe est constitué par huit sujets des deux sexes (étudiants de l'Université de Moscou et chercheurs de notre Institut ayant de 20 à 30 ans).

Trois expériences en tout sont réalisées :

Première expérience . Les sujets effectuent une évaluation préliminaire des périodes des courbes présentées l'une après l'autre en une séquence choisie au hasard. Les évaluations se font à l'aide d'un panneau blanc sur lequel se trouvent deux points noirs. L'un de ces points reste fixe au cours de toute l'expérience (c'est le point de repère) ; l'autre se déplace à l'horizontale, à la vitesse moyenne de 4 mm à la seconde, dans les deux directions : vers le point de repère (mini ← maxi) et en sens contraire (mini → maxi).

Le sujet est assis à 1 m 50 du panneau et du carton présenté, les deux étant disposés dans le même plan frontal, au niveau des yeux du sujet. En portant ses regards du panneau vers la courbe et vice versa, le sujet compare la période de chaque courbe avec la distance entre les points du panneau et interrompt le mouvement du point mobile ("STOP!") au moment où il lui semble que la distance entre les points devient égale à la période de la courbe.

Après un certain entraînement, au cours duquel le sujet détermine ainsi les périodes de 5 ou 6 courbes choisies au hasard par l'expérimentateur, toutes les courbes (21) lui sont présentées, et ceci dans un ordre aléatoire. Il effectue pour chacune quatre évaluations : 2 pendant le mouvement du point mobile dans la direction du point de repère (mini ← maxi) et 2 quand le point se déplace en sens inverse (mini → maxi). A l'examen des résultats, on tient compte de la moyenne des quatre évaluations.

Deuxième expérience. Les sujets 1) résolvent le problème II dans sa première variante (en se référant à la courbe-étalon), 2) résolvent le problème II dans sa seconde variante (de mémoire), 3) résolvent encore une fois le problème I (effectuent des évaluations critiques des périodes des courbes).

Au début de l'expérience, on indique au sujet que les courbes (les mêmes que pour la première expérience) sont réparties en trois classes selon leur amplitude (A,B,C) et que sa tâche consiste à déterminer à quelle classe appartient la courbe qui lui est présentée. Pour ce faire, il doit comparer celle-ci aux courbes-étalons qui se trouvent sur le panneau (problème 2, 1^{ère} variante).

Les étalons pour les sujets des différents groupes sont :

Pour le premier groupe : des courbes moyennes des trois classes, c'est-à-dire, également éloignées de la limite supérieure et de la limite inférieure de la classe (courbes 4, 11, 18).

Pour le deuxième groupe : des courbes se trouvant à la limite des classes (courbes 7,5 et 14,5).

Pour le troisième groupe : des courbes tendant vers la limite supérieure des classes (courbes 7, 14, 21).

Pour le quatrième groupe : des courbes tendant vers les limites supérieure et inférieure de la classe moyenne (courbes 8, 14).

Les courbes dont le sujet doit indiquer la classe, lui sont présentées cette fois encore en une séquence établie arbitrairement. Cela est répété six fois pour chaque sujet. Ainsi, chacun doit opérer 126 évaluations.

En résolvant le problème II dans sa 1^{ère} variante, le sujet indique une seconde fois la classe de chaque courbe présentée, mais cette fois de mémoire, sans référence aux étalons (problème II, 2^e variante), puis passe

à une nouvelle évaluation de cette courbe (problème I, évaluation critique) par le même procédé que la première fois (première expérience).

La troisième expérience a lieu le lendemain, suivant le schéma de la deuxième.

III. RESULTATS

Evaluation préliminaire.

1°. L'évaluation subjective des périodes, ou mesure subjective (MS) est, dans tous les cas, supérieure à la mesure objective (MO). Mais au cours des essais de contrôle complémentaires d'évaluation de la distance "nette" entre deux points fixes, ce phénomène n'est pas observé.

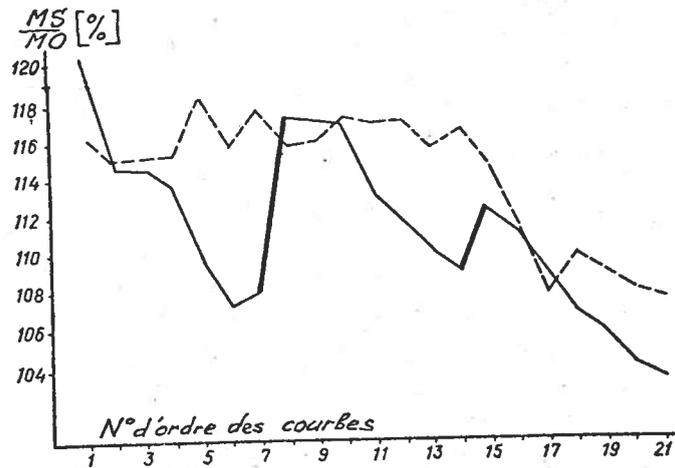


Figure 2. Rapport de MS à MO établi d'après les résultats de l'évaluation préliminaire (courbe en pointillé) et critique (courbe pleine). Les segments épaissis correspondent aux ruptures dans la MS des courbes voisines.

2°. Pour toutes les courbes dont les périodes évoluent entre 80 et 164 mm (courbes 1 à 15), MS dépasse MO de 15% en moyenne. Pour les courbes ayant des périodes entre 170 et 200 mm (courbes 16 à 21), on observe, au fur et à mesure que la période augmente, un certain rapprochement entre MS et MO. La dynamique des variations de MS des courbes apparaît à la fig. 2 (courbe en pointillé).

Evaluation critique

Etant donné qu'il n'a pas été observé de différence importante entre les données de la deuxième expérience et celles de la troisième, les résultats sont présentés en même temps pour les deux expériences. Les évaluations critiques faites par les sujets de chacun des quatre groupes dans la deuxième expérience sont différents d'un groupe à l'autre et par rapport à la première expérience.

Premier groupe

1°. Dans la série de courbes établie selon la croissance des MO, on observe en deux points précis un écart sensible entre les MS des courbes voisines, qui est en moyenne de 15,3 mm, soit 265% de la différence objective de leurs périodes (tableau 1).

2°. Les points de rupture sont essentiellement (sauf dans six cas) les mêmes pour tous les sujets et coïncident avec les limites objectives entre les classes, c'est-à-dire qu'ils se trouvent entre les courbes 7 et 8 d'une part et 14 et 15 d'autre part.

3°. Dans les limites de chaque classe, il existe une tendance générale au rapprochement de la MS des courbes présentées à la courbe-étalon. Conséquence : la différence subjective entre les périodes de deux courbes voisines d'une même classe est en moyenne de 73% de leur différence objective. Cette tendance est d'autant plus nette que la courbe présentée est plus éloignée de la courbe-étalon.

A la figure 2 les résultats du premier groupe (courbe en plein) apparaissent, pour plus de clarté, par comparaison avec les résultats de la première expérience (courbe en pointillé). Les segments épaissis de la courbe correspondent aux points de rupture dans les MS des courbes voisines.

Nous illustrerons par la suite les résultats des évaluations par des courbes généralisées (fig. 3) où les données expérimentales seront représentées de telle manière que la déformation fonctionnelle intéressant

notre travail puisse y apparaître nettement.

Procédure de traitement des données

expérimentales.) En confrontant les données expérimentales, nous avons observé deux faits n'ayant pas un rapport direct avec le phénomène qui nous intéresse.

Premièrement, dans la seconde expérience, par suite de l'accoutumance aux conditions de l'expérience, c'est-à-dire à l'évaluation des courbes, la différence entre MS et MO des courbes présentées (15% pour la première expérience) a diminué progressivement. Pour écarter l'influence de ce facteur, aux données réelles de chaque évaluation dans la deuxième expérience, on a ajouté une grandeur égale à la valeur moyenne de la différence entre les MS des courbes apparaissant dans la première et dans la deuxième expériences.

Deuxièmement, comme il a été indiqué plus haut, on a observé au cours des évaluations préliminaires une tendance générale à la diminution de la différence entre MS et MO des courbes aux périodes maximales (courbes 16 à 21). Pour tenir compte de l'influence de ce facteur sur les résultats de la deuxième expérience, on ajoute à chaque évaluation obtenue la grandeur Δ_i :

$$\Delta_i = \left(\bar{X}_0 - \frac{MS'_i}{MO_i} \right) = MO_i$$

où i est le numéro d'ordre de la courbe, MO_i la grandeur objective de

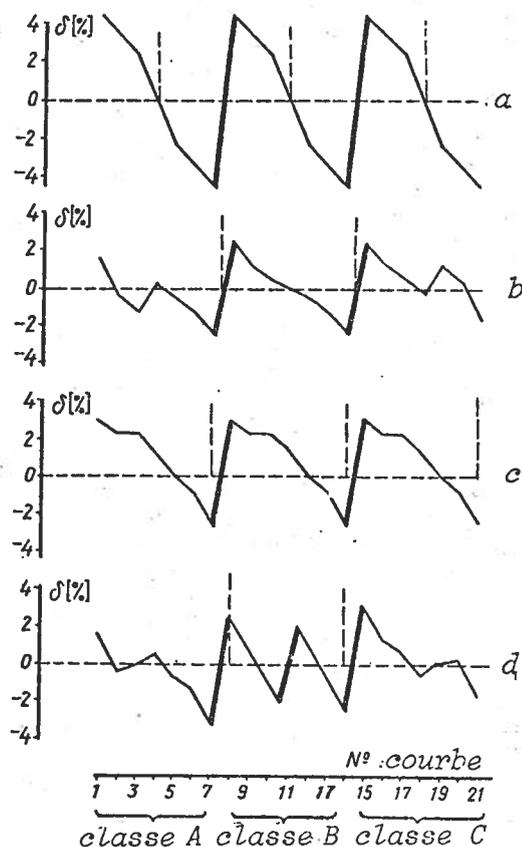


Fig. 3. Déformation fonctionnelle dans les images opératives du 1er groupe (a), du 2e (b) du 3e (c) et du 4e (d). Les pointillés verticaux indiquent la place des courbes-étalons.

la période de la i -ème courbe, MS_i , sa valeur subjective d'après les données de la première expérience, \bar{X}_0 la valeur moyenne du rapport $\frac{MS'}{MO}$ suivant les données de la première expérience.

2) Comme le déplacement d'un pas de la rupture entre MS de deux courbes voisines par rapport aux limites objectives entre les classes n'a été observé que pour le I^{er} groupe, les valeurs MS des courbes limites ont été transformées de façon que la rupture apparaisse précisément entre ces courbes. Ainsi, s'il existait une rupture entre les courbes 6 et 7, les valeurs MS respectives (MS_7^{tr} et MS_8^{tr}) étaient transformées de la manière suivante :

$$MS_7^{tr} = MS_6 + (MS_6 - MS_5)$$

$$MS_8^{tr} = MS_8 + (MS_7 - MS_7^{tr})$$

Le calcul de la déformation fonctionnelle d'après les données des évaluations a été effectué de la manière suivante. Pour chaque sujet on a obtenu, respectivement, les pourcentages

$$X' = \frac{MS'_i}{MO_i} \times 100 ; \quad X''_i = \frac{MS''_i}{MO_i} \times 100 ,$$

MS'_i et MS''_i étant les grandeurs subjectives des périodes de la i -ème courbe d'après la première évaluation et l'évaluation critique (deuxième expérience). La moyenne des valeurs X_i a été calculée pour chaque groupe.

Etant donné que les résultats de la I^{ère} expérience ne subissent pas l'influence des essais de classification des courbes, la valeur X'_{i0} (cf. plus haut) a été prise comme valeur de départ (nulle), après quoi on a calculé les différences (les erreurs des évaluations ultérieures) :

$$\delta_i = \bar{X}''_i - \bar{X}'_i ,$$

où \bar{X}'_i et \bar{X}''_i sont, respectivement, les valeurs moyennes de X'_i et X''_i .

Par ailleurs, les valeurs moyennes de δ_i pour le premier groupe ont été

calculées ainsi : comme point de départ ont été prises les courbes 4, 11 et 18, qui servent d'étalons dans cette série. Les signes de la valeur δ pour les courbes dont les périodes sont supérieures de 1 à 3 pas (jusqu'à la limite supérieure de la classe) à la période de la courbe-étalon correspondante, ont été remplacés par leurs contraires. Les valeurs moyennes de δ ont été prises pour toutes les courbes équidistantes des courbes-étalons (0, 1, 2 ou 3 pas). Pour le premier groupe, la courbe généralisée est donnée fig. 3 en a.

Deuxième groupe

1°. Il existe ici, comme pour le 1^{er} groupe, deux ruptures dans la MS des courbes voisines de la série. Dans tous les cas, les ruptures se trouvent aux limites entre les classes. La différence moyenne entre les MS des courbes aux points de rupture est de 12,4 mm, ce qui constitue 215% de la différence entre les MO de ces courbes (voir tableau I)

Tableau I

DIFFERENCES MOYENNES ENTRE MS DES COURBES VOISINES (en mm)
RAPPORTS ENTRE CES DIFFERENCES (en %)

PARAMETRES	A la limite entre les classes				A l'intérieur des classes			
	groupe				groupe			
	1	2	3	4	1	2	3	4
1. Différence d'après les évaluations préliminaires	4,0	6,1	4,0	6,1	6,3	6,0	6,4	6,0
2. Différence d'après les évaluations critiques *)	15,3	12,4	13,3	13,5	4,4	5,1	5,1	5,1
3. Rapport de la différence (2) à la différence objective des périodes (6 mm)	265	215	230	235	73	84	84	84
4. Rapport de la différence (2) à la différence (1)	381	202	331	221	70	85	80	85

*) L'écart entre les différences (2) et (1) ainsi que celui entre les différences (2) et les différences objectives (6 mm) pour les courbes limites et pour tous les groupes de sujets, est statistiquement vrai à 99,9%.

Pour construire la courbe généralisée (fig. 3 b) dans ce groupe, on a pris comme point de départ la courbe 11, moyenne dans la série et équidistante des limites entre les classes, ces limites ayant servi d'étalons pour cette série. Les signes de la valeur δ_2 pour les courbes 12 à 21 ont été remplacés par leurs contraires. Les valeurs moyennes ont été calculées pour les courbes situées à égale distance de la courbe 11. De plus, on a établi la moyenne des valeurs δ pour les courbes équidistantes (de 0,5 ; 1,5 et 2,5 pas) des étalons, c'est-à-dire, des limites entre les classes.

2°. Les MS des courbes proches des courbes-étalons tendent à s'éloigner des MS de celles-ci et à se rapprocher des MS moyennes des courbes des classes correspondantes. Cette tendance est d'autant moins marquée que les courbes présentées sont plus éloignées des courbes-étalons ; au milieu des classes elle est réduite à zéro. Pour les courbes extrêmes de la série, ce phénomène n'est pas observé (courbes 1 à 3 et 19 à 21).

Troisième groupe

1°. Comme dans les deux premiers groupes, il existe deux ruptures dans les MS des courbes voisines. Dans ce troisième groupe la rupture est en moyenne de 13,3 mm, soit 230% par rapport à la différence objective entre les périodes des courbes correspondantes (tableau 1)

2°. Dans tous les cas sans exception, les points de rupture coïncident, cette fois encore, avec les limites objectives entre les classes de courbes.

En établissant la courbe généralisée (fig. 3 c), les valeurs moyennes de δ sont calculées pour toutes les courbes équidistantes (de 0, 1, 2, 3, 4, 5 et 6 pas) des étalons (courbes 7, 14, 21).

3° On observe toujours la même tendance au rapprochement entre MS des courbes présentées et MS des courbes égales aux étalons ; ainsi, la dif-

férence subjective entre les périodes des courbes voisines d'une classe devient égale en moyenne à 84% de leur différence objective. Comme dans le 1^{er} groupe, la tendance mentionnée est d'autant plus accentuée que la courbe à évaluer est plus éloignée de la courbe-étalon.

Quatrième groupe

1°. On constate dans la MS des courbes voisines trois ruptures dont deux coïncident, comme dans les groupes précédents, avec les limites entre les classes et représentent en moyenne 13,5 mm, soit 235% de la différence des MO des courbes voisines. La 3^e rupture tombe au milieu de la 2^e classe (B) : elle est de 12,7 mm, soit 212% de la différence de MO entre courbes voisines (tableau 1).

Pour construire la courbe généralisée (fig. 4 en d), le décompte des pas a été effectué de la même manière que pour le 2^e groupe, à partir de la courbe 11 prise comme moyenne dans la série. Les signes des δ_z correspondant à des courbes dont les périodes dépassent celle de la courbe 11, sont remplacés par leurs contraires. Les valeurs moyennes de δ sont calculées pour les courbes équidistantes de la courbe 11.

2°. Les MS des courbes (classes A et B) voisines des étalons, s'éloignent des MS des courbes correspondantes égales aux étalons et se rapprochent des MS moyennes des courbes des classes correspondantes. Cette tendance est d'autant plus marquée que les courbes présentées sont plus éloignées des courbes-étalons ; au milieu des classes son effet est nul. De même, comme dans le 2^e groupe, cette tendance n'affecte pas les courbes extrêmes de la série (numéros 1 à 3 et 19 à 21).

3°. Dans l'évaluation des périodes des courbes de la classe B, on constate un phénomène de "polarisation" : la MS tend vers les valeurs des courbes - étalons voisines.

*

Au cours de la 2^e expérience la classe de chaque courbe a été déterminée trois fois : 1) par rapport à l'étalon ; 2) de mémoire ; 3) d'après les résultats des évaluations critiques effectuées par les sujets.

Une confrontation des résultats de ces trois modes de classification a fait ressortir un fait assez curieux. En dépit des erreurs d'évaluation évidentes et dans l'ensemble très importantes, commises au cours de la 2^e expérience, dans tous les cas sauf six pour le 1^{er} groupe, chaque courbe était tombée dans la classe à laquelle elle appartenait en réalité. La répartition des courbes suivant les évaluations critiques s'est avérée bien plus exacte que la classification effectuée de mémoire ou par rapport à l'étalon (tableau 2) :

Tableau 2

ERREURS DES SUJETS (en %)

GROUPES	Mode de classification		
	d'après l'étalon	de mémoire	d'après l'évaluation critique
I	9,2	13,4	1,8
II	7,0	12,2	0
III	8,3	12,7	0
IV	7,4	12,5	0

✱

Une certaine corrélation a été établie entre les MS des courbes d'après les évaluations critiques, d'une part, et les résultats de la classification faite de mémoire, de l'autre. Lorsque cette classification est exacte, l'écart entre MS de *deux courbes limites voisines* dépasse de 4,7 mm (en moyenne pour les 4 groupes) l'écart entre MS des mêmes courbes dans les cas où "de mémoire" l'une d'elles avait été placée, par erreur, dans la classe voisine. Les différences entre les deux cas sont statistiquement vraies à 5% (test U).

En revanche, la différence moyenne entre MS de deux courbes voisines appartenant à une même classe est (en moyenne pour les quatre groupes) de 1,2 mm plus grande dans les cas où l'une d'elles, la plus proche de la classe voisine, y a été placée par erreur lors de la classification "de mémoire". Les différences entre les deux cas sont statistiquement vraies à 5% (test T).

IV. DISCUSSION DES DONNEES EXPERIMENTALES

Problème N°1 (évaluer la période des courbes). Résolu trois fois par les sujets. La 1^{ère} fois c'est toute l'expérience qui débute avec ce problème. La 2^e et la 3^e fois (expériences I et II), sa résolution succède à celle du problème N°2 (classer chaque courbe d'après les étalons et de mémoire). Nous avons déjà indiqué que les résultats pour la 2^e et la 3^e fois étaient tellement semblables qu'ils étaient présentés ensemble. Par contre, la 1^{ère} fois, c'est-à-dire avant que le problème N°2 soit proposé, les résultats sont essentiellement différents. Par ailleurs, le caractère des différences qualitatives dans la résolution du problème N°1 la 1^{ère} fois et les fois suivantes est tel qu'il ne saurait être expliqué par la marche même de la résolution (par exemple comme conséquence de l'entraînement).

Nous supposons que les résultats, la 2^e et la 3^e fois, peuvent s'expliquer par l'influence de la solution du problème N°2 qui précédait et que dans la résolution du problème N°1 la 2^e et 3^e fois, il existe un *effet rétroactif*, report sur le processus de résolution, de quelques particularités du problème N°2.

Pour fonder cette supposition, il est indispensable de montrer que les particularités de l'activité psychique observées au cours des résolutions répétées du problème N°1 et restées inexplicables tant que nous nous étions bornés à l'analyse de ce processus-même, deviennent compréhensibles compte tenu du problème N°2.

Pour ce faire, examinons en détail les aspects psychologiques du problème N°2 qui, comme il a été dit plus haut, consiste dans la détermination des classes de courbes présentées successivement.

Conformément à notre hypothèse générale, la détermination de ces classes s'effectue par une confrontation des images perçues et des images-étalons généralisées. En réalité, pour porter une courbe dans l'une des trois classes, le sujet doit partir d'une représentation, aussi rudimentaire fût-elle, de ces classes. S'il ne possédait pas cette représentation, sa conduite au cours de l'expérience aurait inévitablement le caractère d'essais faits "à l'aveuglette" et non conformes à une action consciente.

Etant donné qu'*avant* le début de l'expérience le sujet ne sait absolument rien de la classification des courbes, il faut en conclure que les images généralisées des classes de courbes se forment dans le cours de la résolution du problème N°2 et cela dès les premiers essais. Le noyau autour duquel se forment les images généralisées est constitué vraisemblablement par quelques valeurs centrales des périodes des trois sous-ensembles de courbes. Nous verrons plus loin comment le sujet distingue ces valeurs centrales.

La difficulté essentielle, pour classer une courbe, consiste dans *l'incertitude de la situation du choix* de la classe. Dans notre cas, l'incertitude vient 1) de ce que les différences entre les périodes des courbes voisines, attenantes des deux côtés à la limite entre les classes, côtoient le seuil différentiel de la perception : elles sont de 6 mm ou d'une valeur angulaire de $0,25^\circ$; 2) de ce que ces différences ne dépassent pas celles entre les périodes de toute autre paire de courbes voisines.

Ainsi, les particularités de la déformation des images de nos courbes deviennent plus compréhensibles.

La déformation fonctionnelle des images opératives vise toujours à supprimer ou à ramener au minimum l'incertitude de la situation de l'action. Pour ce qui concerne nos expériences, la déformation des images des courbes doit consister dans : 1) une augmentation de la différence entre MS des courbes limites, 2) une diminution de la différence entre MS de toutes autres courbes voisines dans chaque classe. Grâce à cette déformation, les classes paraîtront plus compactes et, à la limite entre les classes voisines, se produira une rupture facilitant la classification. Par ailleurs, *le resserrement des MS des courbes autour des valeurs centrales et la formation de ruptures limites dans la série de courbes apparaissent comme un processus double.*

La confrontation avec les images opératives généralisées des trois classes, déformées par suite de ce processus, est vraisemblablement la cause de la déformation des images perceptives des courbes à classer. D'autre part, en caractérisant la déformation fonctionnelle des images de nos courbes, on ne peut ignorer le fait que ces images ont pour appui des étalons dont la place dans la série des courbes est différente pour chaque groupe.

Comme nous l'avons mentionné plus haut, dans l'image généralisée d'une classe, le sous-ensemble de courbes qui lui correspond s'organise autour d'une valeur centrale de MS. Remarquons ici que le processus de détection de la valeur centrale *dépend directement* de la place des courbes-étalons. Ainsi, pour les sujets du premier groupe, les étalons se situent au centre des classes, aussi cette valeur centrale est-elle *fournie immédiatement* par la position-même des courbes-étalons. Pour le 2^e groupe, les étalons étant des courbes à la limite entre les classes, les valeurs centrales ne sont pas *immédiatement* disponibles : elles doivent être trouvées par *interpolation* comme valeurs éloignées *également et au maximum* de celle des périodes des courbes-étalons.

	C L A S S E S			
A	B	C	D	
I	→ ←	→ ←	→ ←	
II	←	→ ←	→	
III	→ ←	→ ←	→ ←	
IV	←	→ ←	→ ←	→

- tendance à l'accroissement de la MS
- ← tendance à la diminution de la MS
- | position des étalons
- ←--- variation des MS des courbes égales
- > aux étalons

Figure 4. Tendances de la variation des MS dans l'évaluation critique

Suivant la place des courbes-étalons, le double processus de resserrement des classes et de formation des ruptures limites se concrétise sous forme de deux tendances opposées, jouant le rôle de vecteurs inversement orientés par rapport aux courbes-étalons : tendance au rapprochement et tendance à l'éloignement, à la rupture avec les courbes-étalons. (fig. 4). Dans les différents groupes et suivant la place des courbes-étalons, ces deux tendances opposées se manifestent de différentes manières.

Dans le premier groupe, où le rôle des courbes-étalons est dévolu aux courbes centrales, on observe que les MS des courbes présentées s'en rapprochent des deux côtés. Les MS des courbes ayant des périodes plus petites que celle de la courbe-étalon, grandissent, et les MS des courbes à périodes supérieures à la période de l'étalon diminuent. En même temps, la différence entre la MS d'une courbe égale à l'étalon et la MS des autres courbes d'une classe donnée diminue d'autant plus que ces dernières sont plus éloignées de la courbe-étalon (fig. 3 a).

Dans le deuxième groupe, les étalons étant les limites entre les classes, c'est-à-dire le lieu où les sujets doivent voir des ruptures dans la série des courbes, il se produit réellement un processus d'éloignement bilatéral des MS des courbes proches des étalons.

Dans le troisième et le quatrième groupes, les courbes-étalons se trouvant à l'intérieur des classes et à leurs limites, leur rôle est double: elles représentent à la fois une classe et ses limites. Corrélativement, les données expérimentales de ces groupes montrent l'influence de deux tendances opposées : d'un côté, la diminution de la différence entre la MS de la courbe égale à l'étalon et la MS des autres courbes de la même classe (tendance au rapprochement avec la courbe-étalon), de l'autre, l'augmentation de la différence entre la MS de la courbe égale à l'étalon et la MS des courbes adjacentes de la classe voisine (tendance à s'écarter de la courbe-étalon (fig. 3 c et d).

Dans le quatrième groupe, les courbes-étalons sont situées à l'intérieur d'une même classe (B), à ses deux limites. C'est pourquoi à l'intérieur de cette classe, la même tendance au rapprochement avec la courbe-étalon

joue dans deux directions opposées : elle suscite une augmentation ou une diminution de la MS des courbes, les rapprochant de la MS de la courbe voisine égale à l'étalon. D'où le *processus de polarisation* des MS des courbes à l'intérieur de la classe B, typique pour le 4^e groupe, et une rupture supplémentaire dans la MS des courbes, qui se produit au centre de cette classe (fig. 3 d).

Il résulte de tout cela que la place des courbes-étalons ne détermine pas seulement le processus de formation des images généralisées des classes. Elle exerce une influence immédiate sur la manière de voir les courbes présentées.

C'est la confrontation avec les images généralisées des classes, doublée de l'action des deux tendances-vecteurs orientées inversement par rapport aux étalons, qui constitue le mécanisme opératif complexe de la déformation fonctionnelle dans les images de nos courbes.

Les données portées au tableau I ne laissent aucun doute quant au fait que la déformation décrite *répond entièrement à une loi*. Elle est la même pour tous les sujets. Pour chacun d'entre eux, la probabilité d'absence de déformation ne dépasse pas 5% suivant les critères relatifs aux signes. Dans la majorité des cas, cette probabilité est même inférieure à 1%.

En faisant le point des résultats des expériences dans les 2^e et 4^e groupes, notre attention a été attirée par quelques résultats qui paraissent incompréhensibles du point de vue des lois générales auxquelles obéissent les déformations des images des courbes.

Par exemple, la régularité qui caractérise la déformation dans le 2^e groupe ne s'étend pas, à première vue, aux courbes 1 à 3 et 19 à 21. En réalité ce fait s'explique facilement. Les courbes de la 2^e classe (B) sont comprises entre deux étalons et, naturellement, elles se ressentent de leur double effet. Chacun de ces étalons exerce une influence sur la moitié la plus proche des courbes de cette classe ; au centre, comme nous l'avons vu,

l'influence des deux étalons devient nulle. Pour ce qui est des classes A et C, les étalons influent sur la MS de la moitié la plus proche des courbes de ces classes. Mais contrairement à ce qui se passe en B, chacune de ces classes ne jouxte que l'un des étalons, et c'est pourquoi dans ce cas l'influence des étalons, qui reste unilatérale, n'affecte pas la MS des dernières courbes de la série qui sont les plus éloignées.

Ce que nous avons dit du 2^e groupe est encore plus juste en ce qui concerne le 4^e groupe, où les étalons sont situés à l'intérieur de la classe B. Dans ce groupe, les courbes extrêmes de la série (1 à 3 et 19 à 21) sont encore plus éloignées des étalons que dans le 2^e groupe ; par conséquent, elles doivent subir à un moindre degré leur influence.

Enfin, dans le 3^e groupe on peut observer certaines déviations des lois générales pour les courbes situées à la limite inférieure de leur classe, ce qui peut s'expliquer, une fois de plus, par le fait que ces courbes sont les plus éloignées des étalons des classes correspondantes, ces étalons se situant, pour le 3^e groupe, à la limite supérieure.

Nous avons constaté que la déformation des images des courbes à périodes égales à celles des étalons, se produit dans les 3^e et 4^e groupes, mais pas dans le 1^{er}. Dans le 2^e groupe où les étalons sont représentés par les grands limites des périodes, de telles courbes ne peuvent pas exister. Ce fait est également compréhensible. Non seulement il est explicable par l'action du mécanisme opératif de la déformation fonctionnelle, mais encore il éclaire les caractéristiques de la perception des étalons-mêmes par les sujets.

Dans le 1^{er} groupe, les courbes-étalons se trouvent au milieu des classes et sont le noyau autour duquel se produit le resserrment bilatéral des classes. Dans ces conditions, le reflet métriquement exact de la grandeur réelle de leurs périodes ne peut que favoriser la formation des images généralisées des classes et l'attribution à celles-ci des courbes présentées.

Il en va tout autrement pour les 3^e et 4^e groupes, où les courbes-étalons sont situées à l'intérieur des classes, à leur limite supérieure (3^e groupe) ou aux limites supérieure et inférieure de la classe B (4^e groupe). Une telle position des courbes-étalons peut facilement entraîner des erreurs de classification des courbes limites qui jouxtent les étalons des classes voisines, à savoir : pour le 3^e groupe, attribuer à tort à la classe A les courbes de la classe B situées à la limite inférieure de celle-ci ; pour le 4^e groupe, porter à tort dans la classe B les courbes de la classe A attenantes à sa limite supérieure, ainsi que les courbes de la classe C situées à sa limite inférieure.

Il est possible que la déformation des images des courbes à périodes égales à celles des étalons, témoigne d'une perception semblable des périodes des étalons eux-mêmes.

Point n'est besoin (cf. tableau 2) d'expliquer la différence entre les résultats de la première variante du problème N°2, où, en indiquant la classe des courbes présentées, le sujet a la possibilité de les comparer aux étalons, et les résultats de la deuxième variante du même problème où il n'a pas cette possibilité et travaille de mémoire.

Par contre, un fait semble plus difficile à expliquer, à savoir que la répartition des courbes en classes d'après les données des évaluations critiques des sujets, c'est-à-dire dans le problème N°1 et par conséquent, *après effet rétroactif* du problème N°2, *pour lequel et conformément auquel* fonctionne le mécanisme opératif de la déformation, apparaît beaucoup plus exacte qu'au cours de la résolution de problème N°2 lui-même (cf. tableau 2).

Il ne faudrait pas pourtant perdre de vue que, bien que la déformation fonctionnelle dans les images des courbes aide le sujet à résoudre le problème N°2 en diminuant l'incertitude de la situation du choix, ce problème reste en tout état de cause assez difficile à résoudre. Les sujets hésitent dans la détermination de la classe des courbes et commettent un nombre important d'erreurs (tableau 2).

Dans ces conditions, une meilleure répartition des courbes d'après les évaluations critiques, par comparaison avec la classification faite par les sujets eux-mêmes, témoigne probablement de ce que les erreurs apparaissent non pas à l'étape d'élaboration des images fonctionnellement déformées mais à une étape postérieure de la résolution du problème : au moment de l'attribution des courbes à l'une ou l'autre des classes. Tout se passe comme si, à cette étape postérieure, le système de traitement apportait au processus de résolution des "brouillages" supplémentaires dont l'effet est supprimé au moment de l'évaluation critique.

Par ailleurs, si le mécanisme opératif de déformation des images sert dans nos expériences le processus de choix de l'appartenance des courbes à une classe, il est naturel que les résultats de ce processus lui-même, établis verbalement, exercent à leur tour une rétroaction sur le caractère et le degré de déformation des images opératives des courbes. C'est vraisemblablement ce qui explique l'influence sur l'évaluation de la période de chaque courbe, des résultats de la détermination de sa classe *précédant immédiatement cette évaluation* et faite de mémoire dans l'expérience N°2.

Ainsi les résultats de la discussion des données expérimentales confirment notre hypothèse, à savoir que les erreurs spécifiques et persistantes des sujets au cours de la résolution du problème N°1 (évaluer les périodes des courbes) doivent être considérées comme *résultant de l'effet rétroactif d'une déformation fonctionnelle des images opératives formées au moment de la résolution du problème N°2* (déterminer la classe des courbes) -
- déformation parfaitement explicable et ayant une certaine finalité du point de vue des exigences générales et des conditions concrètes de ce problème.

V. CONCLUSIONS ESSENTIELLES

1° Lorsqu'on répartit en classes les courbes de types sinusoïdal d'après des courbes-étalons et de mémoire, les images opératives des courbes présentent *une déformation fonctionnelle spécifique* dont l'effet est observé par la suite dans l'évaluation des périodes de ces courbes.

- 2°. La déformation fonctionnelle *obéit à des lois et à une finalité* : elle vise à réduire au minimum la probabilité d'erreurs au moment de la détermination des classes des courbes.
- 3°. C'est la confrontation des courbes présentées avec les images-références généralisées des classes qui représente *le mécanisme opératif* de la déformation fonctionnelle. Cette confrontation subit deux influences contraires, inversement orientées par rapport aux étalons : d'une part, tendance au rapprochement, d'autre part tendance à l'éloignement.
- 4°. La déformation fonctionnelle témoigne de la *plasticité de l'image opérative*. Le caractère de la déformation dépend directement du choix des courbes présentées comme étalons aux sujets. La position des étalons détermine la présence ou l'absence, de même que la direction et le degré de la déformation fonctionnelle intervenant dans l'image opérative des courbes.

+ + +

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Ochanine D. L'image opérative de l'objet commandé dans les systèmes "homme - automate". XVIII^e Congrès international de psychologie. Symposium 27. Problèmes psychologiques des systèmes "hommes-machines". Moscou, 1966.
2. Ochanine D. Rôle des images opératives dans la transmission de l'information psychologique. XIX^e Congrès international de psychologie. 1969.
3. Ochanine D. Opérativité du reflet dans les processus informationnels. Problèmes méthodologiques de la cybernétique, t.1. Moscou, 1970.
4. Ochanine D. Fonctions des images opératives dans la régulation psychologique de l'activité. IV^e Congrès de la Société des psychologues de l'U.R.S.S. Tbilissi, 1971.
5. Ochanine D., Chebek L. Reflet dans l'image opérative de la structure de l'objet. Questions de psychologie, 1968, N°5.
6. Ochanine D. L'action sur l'objet envisagée comme processus informationnel. Questions de psychologie, 1970, N°4.

.../...

7. Ochanine D., Kozlov V. L'image opérative effectrice.
Questions de psychologie, 1971, N°3.
8. Ochanine D. L'Acte et l'Image. XVII^e Congrès international
de Psychologie appliquée. Conférence en séance plénière du soir.
Liège, 1971.
9. Quaas W. Perzeptive Ordnungsstrukturen und deren Wirksamkeit
im Zusammenhang mit der Lösung unterschiedlicher kognitiver Aufgaben.
Probleme und Ergebnisse der Psychologie.

+ + +

OPERATIVITE DE L'IMAGE D'UN PROCESSUS CONTROLE

D.Ochanine, A.Zaltzman

En étudiant les processus psychologiques de traitement de l'information dans les actions exercées sur un objet, nous nous sommes persuadés à maintes occasions que les images de l'objet de l'acte étaient opératives. Elles peuvent refléter les informations les plus différentes concernant cet objet.

Dans l'un de nos articles (D.Ochanine, A.Chebek, G.Konrad -/1/) l'opérativité du reflet par l'image est mise en évidence expérimentalement à travers une activité qui consiste à reconnaître les différentes variantes d'un objet-ensemble X, présentées l'une après l'autre et entremêlées avec d'autres objets-ensembles, P et Q, qui constituent une sorte d'*arrière-plan*. Le but même de l'action, la reconnaissance des variantes de l'ensemble X, demeure constant au cours des tests, alors que la tâche dans son ensemble change, puisque changent les *conditions* de réalisation du but (l'*arrière-plan*). C'est la modification de la tâche qui nécessite une restructuration opérative de l'image-référence intervenant dans son accomplissement.

Dans la présente étude, notre propos était de vérifier, par des expériences en laboratoire, les hypothèses suivantes :

1. Le contenu de l'image opérative de l'objet d'un acte est déterminé, entre autres, par le *but même* de cet acte. L'image qui participe efficacement à la réalisation d'un but concret peut devenir inopérative lorsque ce but est modifié. Dans ce cas, la recherche des moyens à employer pour atteindre ce but modifié conditionne la formation d'une nouvelle image opérative qui lui soit adéquate.

2. Cette relation entre le contenu de l'image opérative de l'objet d'une action et la finalité de cette action peut être constatée non seulement à propos des images reflétant les caractéristiques statiques de l'objet mais aussi à propos des images traduisant sa dynamique, c'est-à-dire

le processus qui s'opère en lui et qui est contrôlé par l'opérateur.

METHODE D'INVESTIGATION

Les sujets contrôlent un processus variable cyclique composé de cycles "normaux" et de "cycles-incidents". L'ordonnance de ces cycles est fixée d'avance d'après une table de nombres aléatoires également probables. Au cours de l'expérience, le sujet se voit présenter 25 cycles au total. Le processus est simulé sur un ordinateur analogique.

La valeur courante du paramètre de sortie du processus contrôlé est la somme des valeurs courantes de quelques processus plus élémentaires. Nous appellerons le processus contrôlé dans son ensemble, "processus total", et les processus plus élémentaires qui en font partie, ses composantes.

Les composantes du processus contrôlé total sont :

a) un processus cosinoïdal d'amplitude relativement grande et de faible fréquence, qui détermine la cyclicité du processus total. Le cycle du processus total est formé par une demi-cosinoïde positive ou négative (ce qui correspond à la variation de l'argument de la fonction cosinus de 0 à π ou de π à 2π). Les paramètres du processus cosinoïdal demeurent inchangés tout au long du processus total (donc, égaux pour les cycles normaux et les cycles "incidents") ;

b) un processus sinusoïdal d'amplitude relativement peu importante et de haute fréquence. L'amplitude de ce processus est la même pour les cycles normaux et "incidents", tandis que sa fréquence dans les cycles "incidents" est plus élevée que dans les cycles normaux (rapport des fréquences 5:7) ;

c) une composante constante, indépendante du temps, égale pour les cycles normaux et les incidents ;

d) une modification brusque, mais relativement peu importante de la valeur courante du paramètre du processus contrôlé à la fin de chaque cycle-incident (au moment de l'arrivée de l'"incident").

Ce qui précède permet d'établir deux indices objectifs de distinction entre cycles normaux et cycles-incidents :

1) la fréquence du processus sinusoïdal qui, au cours des cycles-incidents, demeure un peu plus élevée que dans les cycles normaux (indice pré-incident).

2) le saut de la valeur courante du paramètre du processus contrôlé au moment de l'incident (indice d'incident)

Les informations relatives au processus contrôlé sont lues sur la bande d'un enregistreur qui se déplace de haut en bas à une vitesse constante de 0,67 mm/s. La face avant de l'appareil est recouverte d'un écran opaque qui comporte une fenêtre rectangulaire de 8 cm de haut sur 18 cm de large.

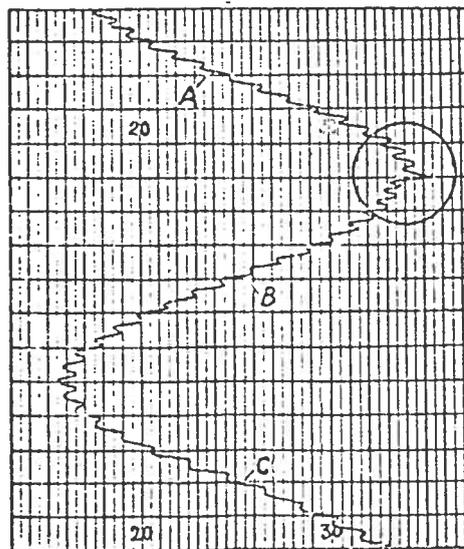


fig. 1. Aspect général de la courbe

La courbe caractéristique du processus contrôlé est présentée figure 1. Les lettres A, B, C désignent des secteurs correspondant à des cycles. Le secteur encerclé correspond à l'indice d'incident. Cette courbe peut être décrite de la façon suivante :

dans ses secteurs correspondant aux cycles normaux -

$$X_N = X(0) + 41 \cos \frac{\pi}{60} y + 2,28 \sin \frac{\pi}{7} y \quad \left| \begin{array}{l} (0 \leq y \leq 60) \\ (60 \leq y \leq 120) \end{array} \right.$$

dans ses secteurs correspondant aux cycles-incidents :

$$Xa = X(0) + 41 \cos \frac{\pi}{60} y + 2,28 \sin \frac{\pi}{5} y + \\ + t(y) \left| \begin{array}{l} (0 \leq y \leq 60) \\ (60 \leq y \leq 120) \end{array} \right.$$

avec X et Y - coordonnées en millimètres

X(0) - abscisse de l'axe de symétrie de la cosinusoïde
porteuse $41 \cos \frac{\pi}{60} y$.

X(0) = Const. et correspond au centre de la fenêtre de l'écran ;

t(y) - fonction qui correspond à l'indice d'incident

$$\begin{array}{ll} t(y) = 0 & 0 \leq y \leq 57, 60 \leq y \leq 117; \\ t(y) = 7 \text{ м.м} & 57 \leq y \leq 60, 117 \leq y \leq 120. \end{array}$$

Dans l'ensemble, la courbe a l'aspect d'une sinusoïde continue (fonction $41 \cos \frac{\pi}{60} y$) ayant un axe de symétrie fixe (valeur invariable de X(0) et modulée par des oscillations de plus haute fréquence et d'amplitude relativement faible (fonctions $2,28 \sin \frac{\pi}{5} y$ et $2,28 \sin \frac{\pi}{7} y$)

Au voisinage de certains sommets de la sinusoïde $41 \cos \frac{\pi}{60} y$ la forme de la courbe change brusquement en raison de la composante "incident" du processus (fonction t(y)). La forme de la courbe dans ces secteurs est différente du fait que le début et la fin de l'action de la composante "incident" se situent dans des phases différentes de la sinusoïde modulatrice.

En surveillant la courbe par l'ouverture de l'écran, le sujet voit à la fois l'ensemble du segment reflétant le cycle en cours et une partie du secteur correspondant au cycle précédent.

L'expérience se composait de deux tests qui différaient par le but assigné aux sujets.

Dans le premier test, les sujets avaient pour but de stopper le processus contrôlé dès que l'incident intervenait.

Dans le deuxième, le processus devait être arrêté avant que l'incident n'intervienne.

Dans les deux cas, le sujet devait stopper le processus en pressant un interrupteur qu'il tenait à la main, ce qui provoquait l'arrêt de la bande enregistreuse.

Les 29 sujets ayant participé à l'expérience étaient des étudiants de l'Université de Moscou âgés de 19 à 26 ans.

Les sujets étaient répartis en 2 groupes. Ceux du premier groupe (17 personnes) ont participé au premier test, puis au second, alors que les personnes du deuxième groupe n'ont participé qu'au second test.

Avant le début de l'expérience, les sujets entendaient les instructions et examinaient un secteur de la courbe qui reflétait plusieurs cycles normaux et "incidents". L'expérimentateur attirait leur attention sur les déformations de la courbe (aux sommets de la cosinusoïde) correspondant à l'apparition des incidents.

A l'issue de l'expérience, la même question était posée à tous les sujets : " En quoi les cycles-incidents diffèrent-ils des cycles normaux ?". Leurs réponses étaient notées, de même que les commentaires qu'ils avaient faits au cours de l'expérience.

RESULTATS

Après quelques cycles normaux et quelques cycles-incidents, tous les sujets ont identifié les moments d'apparition des incidents en suivant les évolutions de la courbe.

Sur les 17 sujets du premier groupe qui, au cours du premier test, devaient stopper le processus après l'apparition de l'incident, aucun n'a remarqué que les secteurs correspondant aux cycles normaux et aux cycles-incidents, différaient entre eux non seulement par l'absence ou la présence de l'indice d'incident mais aussi par la fréquence de modulation de la cosinusoïde porteuse.

Les comptes-rendus de ces sujets attestent sans aucun doute qu'ils avaient résolu le problème précisément en partant de cet indice d'incident. Il est vrai que certains d'entre eux n'ont pu rien dire de concret au sujet de

cet indice. Mais leurs réponses montraient clairement qu'ils avaient justement été guidés par cet indice.

On en trouve également une confirmation dans le fait qu'aucun des sujets du premier groupe n'a été infaillible dans le second test. L'image du processus contrôlé qui s'est formée chez eux au cours du premier test s'est trouvée nettement insuffisante pour venir à bout de la nouvelle tâche : stopper le processus avant l'arrivée de l'incident. L'indice pré-incident indispensable pour la résoudre n'avait pas trouvé son reflet dans cette image.

Comme la forme de la courbe au moment de l'incident variait considérablement d'un cycle à l'autre, la formation d'une image opérative généralisée a représenté un processus plus complexe que celle de l'image d'un cycle normal. Peut-être est-ce la raison pour laquelle, dans ce cas précis, c'est cette dernière image qui a réalisé la fonction de l'image opérative-référence. C'est la confrontation de celle-ci avec l'information extéroceptive venant de l'appareil (sous forme d'image perceptive du segment de courbe reflétant le cycle en cours) qui, dans les situations d'incident faisait apparaître un signal de désaccord permettant au sujet de stopper le processus.

A la sélectivité de la réflexion du processus contrôlé correspondait la dynamique de l'attention des sujets au cours du premier test, laquelle se manifestait aussi bien dans leur comportement que dans des énoncés tels que : "J'ai d'abord essayé de saisir le moment où la petite sinusoïde changerait tant soit peu de forme. Ensuite j'ai vu que les perturbations ne se produisaient qu'aux sommets, et à partir de ce moment, je me suis concentré seulement quand un sommet approchait" (sujet B.A., N°13). Ou bien : "Je me suis rendu compte que les incidents ne se produisaient que dans les sommets de la courbe ; c'est pourquoi, en surveillant les parties ascendantes et descendantes de la sinusoïde (cosinusoïde) on pouvait relâcher un peu son attention pour attendre en quelque sorte qu'un écart se produise" (sujet R.Ya. N°14).

Les résultats mentionnés ci-dessus attestent que l'image du processus contrôlé qui s'était formée chez les sujets dans le premier test était

réellement une image opérative. Elle contenait une information sur le processus contrôlé qui était nécessaire au sujet pour résoudre le problème concret qui lui était proposé (c'est-à-dire, pour atteindre le but de son activité).

Bien sûr, tout cela ne veut pas dire qu'en surveillant les évolutions de la courbe dans le premier test, les sujets n'y voyaient rien d'autre que les sommets. Dans une publication antérieure, il a été montré que le degré d'opérativité du reflet devait être considéré comme fonction de la difficulté de la tâche (*D.Ochanine et co-auteurs -/1/*) et qu'un certain bruit cognitif est toujours plus ou moins présent dans toute image opérative - /3/. Nous nous sommes persuadés que nos sujets n'éprouvaient aucune difficulté à résoudre le problème du premier test. Ils disposaient de suffisamment de temps pour examiner la courbe et même essayer de prévoir le moment d'apparition de l'incident. Cependant, ces initiatives qui étaient sans rapport avec le but de l'activité s'avaient être insuffisamment finalisées et, par conséquent, n'aboutissaient pas à l'appréhension de l'indice pré-incident.

Au cours du deuxième test, la plupart des sujets - 9 personnes dans le premier groupe (53%) et 9 dans le second (75%) ont appris à détecter correctement l'indice pré-incident (c'est-à-dire, constater des variations dans la fréquence de modulation de la cosinusoïde porteuse) et à arrêter le processus avant l'arrivée de l'incident.

La moyenne des erreurs commises par les sujets dans le deuxième test est représentée de façon schématique sur la fig. 2. L'axe horizontal représente les cycles (25 au total) et l'axe vertical, le nombre moyen d'erreurs pour cinq cycles (les diagrammes A et B concernent les sujets des deux groupes ayant su dégager l'indice pré-incident ; C et D concernent ceux qui n'y sont pas parvenus).

Tous les sujets ayant réussi l'ensemble des tests ont correctement décrit l'indice pré-incident.

A la différence de ce qui s'était passé dans le premier test, dans la seconde série tous les sujets ont recherché activement l'indice

pré-incident en comparant entre eux les secteurs associés aux cycles normaux et aux cycles "incidents". Le caractère du processus (normal ou incident) pouvait être déterminé par une comparaison entre la partie visible de la courbe du cycle précédent et celle du cycle en cours " (sujet A.K., N°12).

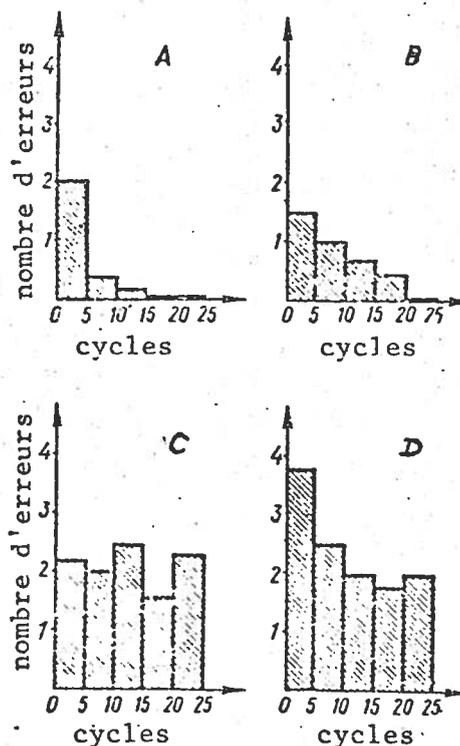


fig.2. Données moyennes sur le nombre d'erreurs dans le deuxième test

Après avoir établi une comparaison entre les différents secteurs de la courbe, les sujets avançaient des hypothèses sur la nature de l'indice pré-incident. Ensuite, ils vérifiaient ces hypothèses par retrospection (présence ou absence d'incident), puis les rejetaient et en suggéraient d'autres, jusqu'à trouver la bonne solution ou jusqu'à l'arrêt de la courbe au bout du dernier, 25-ème cycle. En fait, nous avons ici ce même processus de formation de l'image opérative par énoncé et contrôle d'hypothèses, que nous avons observé dans d'autres expériences orientées vers la reconnaissance de variantes d'un objet-ensemble (D.Ochanine et al./1/; D.Ochanine et A.Kovalev - /2/).

Les réponses et les énoncés de nos sujets fournissent une description suffisamment précise de ce processus.

Commentaires du sujet V.V.(N°26) :

dans le 5-ème cycle : "Il me semble que les lignes courbes entre les sommets des cycles d'incident et des cycles normaux ne sont pas les mêmes..."

dans le 9-ème cycle : " Je crois que, dans le cycle-incident, les pointes sont plus *étirées* que dans un cycle normal ".

dans le 15-ème cycle : " Je compte le nombre de pas entre les pointes ".

Après cette dernière constatation, le sujet continue sans la moindre erreur. Interrogé à l'issue du test, il répond : " Dans le cycle-incident, la petite sinusoïde est plus courte ".

Les résultats de l'expérience montrent de façon univoque que dans le deuxième test, ont réussi seulement ceux des sujets qui ont pu découvrir l'indice pré-incident lequel, dans les conditions imposées, devenait opératif.

Le fait que 11 sujets sur 29 n'aient pas pu remplir la tâche du deuxième test, n'est pas significatif, nous semble-t-il. En effet, contrairement à la tâche du premier test, la seconde s'était avérée difficile : l'indice pré-incident ne sautait pas aux yeux, tandis que le temps de recherche était limité. Dans ces conditions, le succès du travail dépendait du contenu des hypothèses avancées par le sujet, ainsi que du rythme auquel elles étaient avancées ; ces deux facteurs, à leur tour, dépendaient de nombreux paramètres.

Les résultats obtenus par les sujets du premier groupe qui ont pris part aux deux tests, ont été, pour le second test, nettement inférieurs à ceux enregistrés par les sujets du deuxième groupe qui, eux, n'ont pas participé au premier test. Dans un premier temps, cela peut paraître incompréhensible puisque, en abordant la seconde série, les premiers avaient déjà une certaine idée du comportement de la courbe et une certaine expérience de son analyse, alors que les autres n'en avaient aucune.

Nos sujets n'ont pas été suffisamment nombreux pour que l'on puisse

tirer des conclusions de cette constatation. Peut-être les résultats du premier groupe ont-ils été influencés par une accoutumance et une diminution d'intérêt (c'était déjà la seconde séance!). On peut supposer également que l'habitude contractée au cours du premier test et qui consistait à rechercher un signal uniquement au voisinage des pointes de la courbe, a conditionné une recherche inadéquate dans la seconde série et finalement, des résultats moins performants. Les commentaires faits dans ce second cas témoignent en faveur d'une telle explication.

*

*

*

Ainsi, les résultats de notre étude attestent que le contrôle d'un processus cyclique variatif et continu se réalise par le truchement d'une image-référence qui se forme au cours du contrôle même (ou à mesure que les instructions sont enregistrées par le sujet). Cette image est opérative. L'image formée dans les conditions où l'activité de contrôle avait un but précis (réagir aux situations d'incident) et qui était adéquate à ce but, devient inopérative lorsque le but se trouve modifié (réagir aux situations de pré-incident). La recherche des moyens de réalisation de ce nouveau but oblige les sujets à voir le processus contrôlé dans une perspective opérative nouvelle et conduit à la formation d'une image opérative différente, adéquate au nouvel objectif de l'activité.

Références bibliographiques

1. D.Ochanine, L.Chébek, E.Konrad. La nature de l'image opérative dans la reconnaissance des objets variables. *Questions de psychologie*, 1968, N°3.
2. D.Ochanine, A.Kovalev. L'ordinateur numérique en tant qu'auxiliaire de l'analyse psychologique. *Questions de psychologie*, 1969, N°5.
3. D.Ochanine. L'action sur l'objet envisagée comme processus informationnel. *Questions de psychologie*, 1970, N°3.

DYNAMIQUE DES IMAGES OPERATIVES
DANS LES PROCESSUS DE POURSUITE
AVEC EXTRAPOLATION

D. Ochanine, M. Krémen, V. Koulakov

L'une des caractéristiques essentielles de l'opérateur en tant qu'élément des boucles de régulation "homme-machine" est son aptitude à prévoir l'évolution des événements soumis à son contrôle. C'est cette aptitude qui lui permet, d'une part, d'éviter les situations indésirables, d'autre part, de préparer à l'avance ses réactions à telle ou telle situation, assurant ainsi l'exécution des tâches qui lui incombent dans un environnement technique complexe.

La prévision du déroulement des événements représente en fait leur reflet anticipé dans la conscience sous forme d'images dynamiques opératives. A la suite d'un tel reflet, l'image se transforme avec une certaine avance par rapport à la dynamique réelle de l'objet contrôlé.

Si la variation d'un objet obéit à certaines lois (processus régulier), la dynamique de l'image opérative reflète une multitude d'états de cet objet, qui se succèdent en une séquence temporelle déterminée. Si, dans l'activité pratique de l'opérateur, la dynamique de l'objet se rattache à un ensemble d'actes de commande (or c'est ainsi dans la plupart des cas), dans l'image ces actes se trouvent associés aux états correspondants de l'objet.

Ainsi, la prévision de tel ou tel état de l'objet devient un stimulant pour actualiser en temps utile le mécanisme d'une réaction motrice pertinente à cet état : le reflet anticipé, combinant les états de l'objet et les réactions adéquates à ces états permet de passer directement du reflet

de la dynamique de l'objet à la préparation, puis à la réalisation d'actions de commande sur cet objet.

Les images visio-kinesthésiques sont incontestablement la forme la plus répandue des images opératives dynamiques créées par anticipation. La poursuite d'une cible mobile avec extrapolation^{*)} est un cas concret qui illustre bien l'activité d'un opérateur, régulée par les images de ce type. Nous parlons d'extrapolation dans les cas où, pour telle ou telle raison, l'information relative au déplacement de la cible cesse de parvenir à l'opérateur : dès cet instant, les actions de ce dernier sont guidées exclusivement par l'image dynamique qui s'est formée dans sa conscience antérieurement, pendant la période que nous appellerons *préextrapolatoire*.

Dans la présente étude, nous nous sommes proposé de mettre en évidence quelques particularités de l'image opérative dynamique en analysant la poursuite avec extrapolation d'une cible décrivant une trajectoire sinusoïdale. Bien qu'il ne s'agisse que d'un cas particulier de poursuite avec extrapolation, son étude présente un intérêt incontestable : nombreuses sont, en effet, les situations qui imposent ce type de poursuite. L'exemple suivant en témoigne. Supposons qu'un avion de chasse attaque une cible qui exécute sa manoeuvre dans le plan vertical selon une trajectoire proche de la sinusoïde. L'angle de présentation du chas-

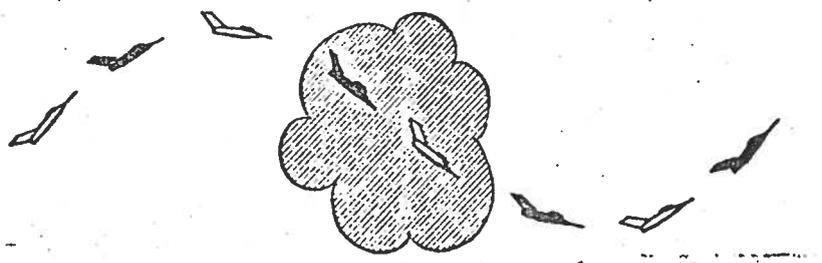


Figure 1. Extrapolation du vol de la cible

seur est nul (il "s'accroche" à la cible, en prenant pour point de repère la "queue") ; le pilote est contraint de reproduire les manoeuvres de

^{*)} On dira aussi, en langage d'aviation militaire, "poursuite avec correction-but" (N.d.T.)

l'adversaire afin de le garder constamment au centre de la "croix" de son viseur optique. Quand la cible (silhouette noire, fig.1) entre dans les nuages, le poursuivant doit en extrapoler le vol pour assurer l'efficacité de l'attaque.

PREMIERE SERIE

Méthode d'investigation

Le dispositif expérimental est conçu de façon à permettre la poursuite d'objectifs décrivant des trajectoires qui correspondent à diverses fonctions, déterminées ou aléatoires. Dans notre expérience, l'étude a porté sur une trajectoire sinusoïdale. On a choisi comme indicateur le déplacement d'un point de repère (PR) et d'un point viseur (PV) sur l'écran d'un oscillographe cathodique à double faisceau. Le point-repère se déplace continuellement de bas en haut sur 50 mm à une vitesse moyenne de 30 mm/s. Ce mouvement est produit par un générateur d'oscillations périodiques à basse fréquence. La distance minimale du point-repère au bord de l'écran est de 45 mm. Le point viseur est déplacé par le sujet lui-même à l'aide d'un organe de commande, le "manche à balai" du pilote.

La prestation de chaque sujet est répartie en deux périodes :
 1° période de préparation ou préextrapolatoire, au cours de laquelle le sujet doit s'entraîner à suivre le déplacement simultané des deux points lumineux ; 2° période critique, extrapolatoire, venant immédiatement après la première, au cours de laquelle le point-repère disparaît brusquement de l'écran : le sujet doit alors continuer à poursuivre le point désormais invisible, imaginaire, en ne surveillant que le mouvement du point viseur assuré par lui-même.

L'expérience a réuni 52 sujets, tous élèves d'une école d'aviation. La durée de la première période, préextrapolatoire, varie selon les sujets de la façon suivante (tableau 1, page 4) :

Tableau 1

Nombre de sujets	8	7	9	11	12	11
Durée de la période préextrapolatoire (en secondes)	1	2	3	4	5	9

La période critique de poursuite avec extrapolation est de 10 secondes pour tous les sujets.

La formation définitive d'une image opérative est constatée d'après la qualité (la précision) de la poursuite avec extrapolation. Nous avons choisi comme critère de cette qualité, les intervalles temporels caractérisant l'avance ou le retard de la trajectoire du point-viseur par rapport à la trajectoire réelle du point-repère, invisible pour le sujet.

RESULTATS

Bien que l'image opérative évoquée plus haut porte toujours en elle une certaine information sur le futur, étant en ce sens une forme de reflet anticipé, l'actualisation de l'image et sa dynamique (évolution dans le temps) peuvent se réaliser tant avec une avance qu'avec un retard par rapport au déroulement du processus contrôlé, en l'occurrence le mouvement réel de la cible.

Les données obtenues font ressortir l'existence de deux formes, ou "stratégies" de poursuite avec extrapolation : poursuite anticipée et poursuite différée. Dans notre expérience, l'extrapolation par anticipation a concerné 21 sujets, soit 36% de leur nombre total, et l'extrapolation différée, 15 sujets, soit 26%. 22 personnes (38%) ont eu recours à une forme d'extrapolation mixte, passant, au cours-même de la poursuite, de l'anticipation au rattrapage (12 sujets, 20%) ou inversement (10 sujets, 18%).

Par conséquent, la fonction de transfert diffère d'un sujet à l'autre lors de l'extrapolation : pour certains sujets, elle correspond à la dynamique de l'élément différentiateur (poursuite par anticipation), chez d'autres, à la dynamique de l'élément en retard (poursuite par rattrapage) ; chez d'autres encore, la dynamique de la fonction de transfert se transforme au cours de la poursuite : l'élément en retard devient l'élément différentiateur et vice versa.

Dans 63% des cas, les formes de poursuite avec et sans extrapolation ont coïncidé. Aucune influence significative de la stratégie utilisée sur la qualité de l'extrapolation n'a été constatée : la valeur moyenne des erreurs d'extrapolation est de 0,62 seconde pour la stratégie de l'anticipation et de 0,616 pour la stratégie du rattrapage.

Les données recueillies permettent de conclure que l'exactitude de l'extrapolation dépend de la durée de la période préextrapolatoire. L'image dynamique nécessaire à la poursuite d'une cible décrivant une trajectoire sinusoïdale se forme dans les trois ou quatre premières minutes de cette période. Sa durée représente donc un seuil limite.

La figure 2, A permet de voir qu'après une période préextrapolatoire de 4 minutes, les sujets opérant l'extrapolation sous ses deux formes fournissent un travail impeccable, avec un niveau de précision constant.

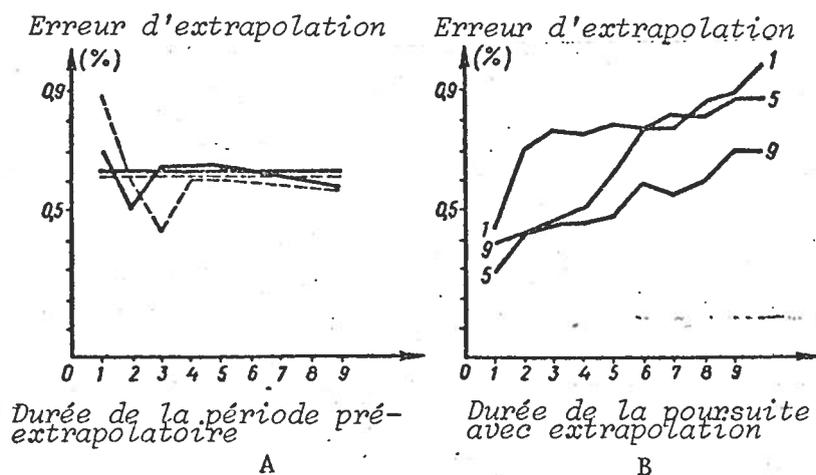


Figure 2. Poursuite avec extrapolation, pour des périodes préextrapolatoires différentes

La ligne continue correspond à la poursuite par anticipation, la ligne en pointillé, à la poursuite par rattrapage (différée)

Pour des périodes préextrapolatoires plus courtes, on observe quelques défaillances (9,5% des sujets) : le "manche à balai" est maintenu dans une position fixe ou bien son déplacement ne correspond plus du tout à celui du point-repère.

La prolongation de la période préextrapolatoire au-delà du seuil mentionné plus haut, ne conduit pas à une amélioration tant soit peu appréciable de la poursuite avec extrapolation (fig. 2, A).

Les données expérimentales attestent que dans les limites temporelles étudiées (de 1 à 10 secondes), la valeur de l'erreur d'extrapolation augmente avec le temps de poursuite.

En outre, la valeur moyenne de cette erreur, de même que la pente de la courbe représentant sa croissance, sont inversement proportionnelles à la durée de la période préextrapolatoire.

Les courbes de croissance de l'erreur d'extrapolation présentées fig. 2, B correspondent à des durées de 1,5 et 9 minutes respectivement.

SECONDE SERIE

Méthode d'investigation

En organisant une seconde série d'expériences, nous avons tenu compte du fait qu'au cours de la période préextrapolatoire, l'activité du sujet est soumise à un contrôle perceptif sous forme d'observation visuelle des deux points lumineux. Le sujet devait déplacer le point-viseur (PV) selon la trajectoire du point-repère (PR), tout en s'efforçant de faire coïncider les deux positions dans le temps. A chaque instant, la position du PR présente un état de consigne du processus contrôlé, et la position du PV, son état effectif. La différence entre les deux positions est la "valeur de désalignement" supprimée par l'action de commande du sujet qui déplace le PV jusqu'à la position du PR.

C'est au cours de la période préextrapolatoire que se forme l'image opérative visio-kinesthésique du processus (déplacement du PR) dans son évolution. Grâce à cette image, après la disparition du PR son mouvement est intériorisé et se poursuit "dans la tête" du sujet.

Cependant, la trajectoire du PR ne peut être reflétée indéfiniment sur le plan intérieur. Sans doute commente-t-elle à s'estomper dans la mémoire du sujet presque aussitôt que le point lumineux disparaît. Il n'est donc pas inutile de savoir si, à cet instant, le sujet reçoit une information extéroceptive quelconque concernant ses opérations.

Une fois le spot disparu, les sujets continuent à observer le déplacement qu'ils imposent eux-mêmes au PV. Par conséquent, l'image opérative dynamique de la trajectoire du point-repère interfère inévitablement avec les traces mnésiques plus récentes, plus marquées, de la trajectoire du point-viseur. Les deux trajectoires s'avèrent proches pour tous les sujets grâce à leur entraînement pendant la période préextrapolatoire. Il y a projection d'une image sur l'autre, les deux se superposent et fusionnent en partie. Ce phénomène a pour corollaire un "délavage" de l'image opérative de la trajectoire du PR par les traces plus récentes de la trajectoire du PV. A la limite, l'image de la première se fond dans les traces mémorielles de la seconde.

La substitution de l'image perceptive de la trajectoire du PV à l'image opérative du PR conduit inévitablement à une modification de la tâche de poursuite, qui se ramène dès lors à l'exigence d'une reproduction fidèle de la trajectoire du PV.

Tant que l'image opérative dynamique de la trajectoire du PR persiste, il est utile de la conserver "intacte", en supprimant ou en diminuant l'effet de "délavage".

Ne pourrait-on pas le faire en éliminant le PV au même moment que le PR ? Le sujet travaillant "à l'aveuglette" ne serait-il pas ainsi avantage par rapport à celui qui contrôle la trajectoire du PV visuellement ?

Cet avantage supposé, même s'il est réel, ne pourrait être que de courte durée : le sujet le perdrait en même temps que s'effacerait de sa mémoire l'image opérative de la trajectoire du PR. Au fur et à mesure que la tâche de poursuite se modifie, il devient de plus en plus important que se stabilise la nouvelle image opérative issue de l'interférence des deux premières. Moins précise que l'image opérative initiale, cette image de synthèse permet néanmoins au sujet de continuer la poursuite avec une certaine exactitude.

Il importe par ailleurs que la formation et la stabilisation d'une nouvelle image opérative se réalisent à un moment où ce processus peut encore être sensiblement influencé par l'image initiale, plus opérative et plus adéquate à la trajectoire du PR.

Or, pour stabiliser cette image en cours de restructuration, le meilleur moyen est encore de consolider sa composante perceptive en présentant à l'écran la trajectoire du PV. D'où l'hypothèse suivante : un sujet qui travaille à l'aveuglette avant l'extrapolation et bénéficie d'un avantage au départ (pour les raisons évoquées ci-dessus), . . . perdra cet avantage au fur et à mesure de la restructuration de l'image opérative. Ses résultats seront moins précis par rapport à un sujet qui est secondé par l'image perceptive de la trajectoire du PV.

C'est pour vérifier cette supposition que nous avons procédé à une nouvelle série d'expériences.

Les sujets ont travaillé d'après le programme suivant (tableau 2, page 9).

Tableau 2

PROGRAMME DES EXPERIENCES DE LA SECONDE SERIE

Phase I.	Phase I.	Phase II.	Phase II.
Poursuite sans extrapolation (contrôle visuel du PR et du PV)	Poursuite avec extrapolation (contrôle visuel du seul PV)	Poursuite sans extrapolation (contrôle visuel du PR et du PV)	Poursuite avec extrapolation (à l'aveuglette)
3 minutes	10 secondes	40 secondes	10 secondes

Dans cette seconde série, comme dans la première, chaque sujet s'est d'abord entraîné à la poursuite sans extrapolation, en observant de visu le déplacement des deux spots. A la fin de cette période (3 minutes pour tous les sujets), le sujet passe, comme dans la première série, à la poursuite avec extrapolation (10 secondes), où il se contrôle visuellement d'après la seule trajectoire du PV. La deuxième phase de poursuite sans extrapolation se déroule dans les mêmes conditions que la première, mais dure, cette fois, 40 secondes. A l'issue de cette phase, le PR et le PV disparaissent brusquement et simultanément. Pendant les 10 secondes suivantes, le sujet doit poursuivre la cible "à l'aveuglette".

RESULTATS

La figure 3 (page 10) permet de comparer les diagrammes des erreurs d'extrapolation commises dans le cas du contrôle visuel et dans le cas du travail à l'aveuglette.

La disparition instantanée des deux spots produit un certain désarroi chez nos sujets. La restructuration des actions qu'elle impose est plus importante que dans le cas où l'extrapolation est assistée par l'image perceptive visuelle de la trajectoire du PV. On comprend donc pourquoi au départ,

la courbe en pointillé se situe plus haut que la courbe continue (maintien du PV sur l'écran).

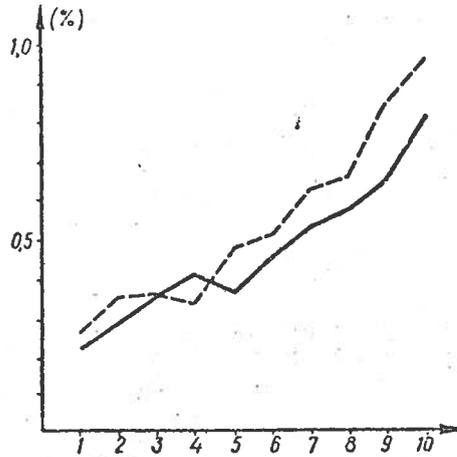


Figure 3. Erreurs d'extrapolation.

La ligne continue correspond au contrôle visuel et la ligne en pointillé, au travail à l'aveuglette

Néanmoins, les résultats s'égalisent dès la 3^e seconde et, à partir de la 4^e seconde, les avantages du travail à l'aveuglette deviennent évidents.

C'est alors que commence, vraisemblablement, le processus de résorption de l'image opérative initiale et la formation d'une autre image, fondée sur la trajectoire réelle du PV. Dans ces conditions, l'extrapolation "à l'aveuglette" devient plus difficile, le nombre d'erreurs s'accroît brusquement et la courbe correspondante monte en flèche. On comprend qu'à partir de ce moment, l'indice des erreurs faites "à l'aveuglette" soit constamment plus élevé que l'indice des erreurs commises par les mêmes sujets au cours de l'extrapolation secondée par l'image perceptive de la trajectoire du point-viseur.

D. OCHANINE

V. MOROSSANOVA

IMAGE DYNAMIQUE DES STRUCTURES
SPATIO-TEMPORELLES

La vie et l'action de l'homme ont lieu dans un environnement extrêmement dynamique. Les objets qui l'entourent s'animent, se modifient, se transforment, passant d'un état statique ou d'équilibre dynamique à un autre.

La condition *sine qua non* de l'action intentionnelle de l'homme sur les transformations qui ont lieu dans son environnement, réside dans leur reflet subjectif. Reproduisant la dynamique des objets, le reflet devient dynamique lui aussi et se réalise sous la forme d'images dynamiques. Or, dans la mesure où, tant par son contenu que par sa structure propre, le reflet dépend directement du but de l'activité, les images dynamiques correspondantes doivent être considérées comme des images opératives.

Le reflet des transformations (de la dynamique) de l'objet, soumis aux fins de l'action de l'opérateur sur l'objet, est toujours au moins triple. Tout d'abord, la transformation est perçue telle qu'elle s'effectue réellement au moment de la perception (c'est l'image de la dynamique instantanée, ou donnée). Par ailleurs, elle se présente à nous d'abord, telle qu'elle nous est nécessaire et, en second lieu, telle qu'elle pourrait être à la suite de notre action sur elle. Et il est évident que l'action sur la transformation est médiatisée par le processus de report de l'image de la dynamique instantanée à l'image de la dynamique souhaitée, laquelle est alors image-référence.

Les images dynamiques ont été, jusqu'ici, très insuffisamment étudiées, même si des psychologues se penchent depuis assez longtemps déjà sur le processus de perception d'événements évolutifs dans le temps, voyant la caractéristique fondamentale de ces derniers justement dans la continuité temporelle (Michotte/7/, Nuttin/9/) et postulant l'existence, dans

une telle perception, d'une "fonction intégrative" particulière qui "recollerait" des actes simultanés de perception, étagés dans le temps (Murphy/8/).

Il est évident, cependant, que des considérations de ce genre sont d'un caractère trop général pour faire avancer de façon significative l'étude des images dynamiques. Les vues actuelles sur les modèles conceptuels (Chapanis, Welford /2/) ont un caractère tout aussi général. Quant aux recherches proprement expérimentales sur les phénomènes qui nous intéressent, elles se bornent pour l'essentiel à l'étude de certaines composantes du processus de perception des transformations, comme par exemple, la perception du temps en tant que tel (D.Elkine, S.Guellerstein - /1/), la perception du dessin rythmique d'une série de stimuli (Fraisie - /5/, /6/), etc.

Le reflet humain des transformations est toujours sélectif. N'étant pas en mesure de les embrasser dans toute leur complexité, l'homme met en relief quelques paramètres particulièrement significatifs à certains égards et juge de la dynamique des transformations dans leur ensemble d'après l'évolution dans le temps de ces paramètres "contrôlables". Dans la mesure où le rôle moteur dans la vie de l'homme appartient aux analyseurs visuel et tactile, nous attachons une importance particulière à la dynamique des caractéristiques spatiales des objets : l'évolution dans le temps de leurs formes, de leurs dimensions, de leur position relative, etc. C'est alors que se pose la question des images de structures spatio-temporelles. Les "objets" techniques (machines, systèmes) occupent une place tout à fait à part parmi le nombre infini des objets dont dépendent directement les résultats de l'activité humaine. La dynamique de ces objets est rationnelle dans son principe, puisque l'homme les crée lui-même, afin de pouvoir réaliser les objectifs qui sont les siens.

La tâche fondamentale de l'opérateur qui commande un objet technique consiste à assurer le régime normal (de consigne) pour son fonctionnement. Il s'agit de changer les états de l'objet, qui se succèdent selon une loi déterminée : on l'appelle généralement la loi de fonctionnement.

Chacun de ces états se caractérise, en règle générale, par un rapport entre les valeurs simultanées de quelques paramètres fonctionnellement couplés (température, pression, etc.).

L'information concernant les valeurs courantes de certains paramètres de l'objet (du processus) arrive, on le sait, sur un panneau d'affichage ou tableau indicateur, sous une forme codée qui représente les "lectures" des différents indicateurs qui peuvent être des appareils à aiguille, des voyants, etc. De la même manière, l'information sur l'état de l'objet est codée par un ensemble de signaux, c'est-à-dire, par des combinaisons d'indications simultanées d'une série d'indicateurs. Les relations (liaisons) entre les valeurs simultanées des paramètres qui caractérisent les états instantanés de l'objet se traduisent le plus souvent, au niveau du panneau d'affichage, sous la forme de structures spatiales de signaux, tandis que le changement des états est rendu sous la forme de dynamique temporelle de ces structures, qui apparaissent l'une après l'autre sur le panneau. Nous désignerons par structure spatio-temporelle (S.S.T.) la variation normale dans le temps des structures spatiales (signalétiques) et par composante de la S.S.T. toute structure (ensemble de signaux) spatiale simultanée qui en fait partie.

Lorsque l'opérateur observe la S.S.T. sur le panneau d'affichage, il doit : 1) déceler à temps les écarts de la dynamique de l'objet par rapport au régime de fonctionnement souhaité et 2) réagir opportunément et correctement à ces écarts.

L'aptitude de l'opérateur à déceler les écarts de la dynamique de l'objet asservi par rapport au régime de consigne d'après son reflet sur le panneau d'affichage sous forme de S.S.T., dépend, bien sûr, de toute une foule de facteurs. On peut, notamment, supposer qu'elle dépend directement de la qualité de l'image opérative dynamique de la S.S.T. qui s'est formée chez l'opérateur au cours de son travail et qui lui sert de référence.

Que représente cette image ? Quelles particularités s'attachent à sa formation ? Dans quelles conditions est-elle efficace comme régulatrice des actions de l'opérateur ?

La présente étude essaie de répondre à ces questions grâce à un modèle réalisé en laboratoire, d'une structure spatio-temporelle cyclique.

METHODE D'INVESTIGATION

Le sujet se situe à 3 mètres du panneau d'affichage du dispositif expérimental. Pour cette expérience, on a recours à un champ carré de 68 x 68 cm prévu sur le panneau. Ce champ se compose de 16 éléments signalétiques identiques, qui sont recouverts d'un verre blanc mat et qui s'allument dans un ordre déterminé en fonction d'un programme imposé par un lecteur optique. Pour faciliter l'écriture de la S.S.T., ces éléments ont été numérotés comme suit :

1	2	3	4
5	6	7	8
9	10	11	12
13	14	15	16

La S.S.T. est formée de cycles à 6 composants qui se répètent invariablement et qui se suivent de façon continue. Chacun de ces composants comporte 3 éléments, et chacun de ces 3 éléments se retrouve 3 fois dans les composants du cycle. La structure des composants et l'ordre dans lequel ils interviennent sont donnés au tableau 1. Le temps d'émission des composants est de 200 millièmes de seconde, et la durée des intervalles entre composants contigus est également de 200 millièmes de seconde.

Le programme comporte deux expériences, la première ayant regroupé les 5 étapes suivantes :

- Etape 1. Le sujet se voit présenter 15 cycles de S.S.T. Il observe la S.S.T. et cherche à s'en faire "une idée générale".
- Etape 2. On lui montre la S.S.T. une deuxième fois. En l'observant, le sujet doit déceler tout "incident" (écart de la S.S.T. par rapport à son "cours normal" présenté

Tableau 1.

Structure spatio-temporelle cyclique utilisée pour l'expérience

Ordre de présentation des composants	S.S.T.	" + incidents "	" - incidents "
1	5 - 6 - 11	+ 9	- 11 - 5
2	6 - 10 - 13	+ 7 + 15	
3	5 - 10 - 14	+ 7 + 15	- 10 - 5
4	6 - 11 - 14		- 11
5	5 - 10 - 13	+ 4	- 10 - 5
6	11- 13 - 14		- 11

pendant l'étape 1) et y réagir en appuyant sur un bouton qui arrête la S.S.T. Les "incidents" introduits par l'expérimentateur au cours de la démonstration de la S.S.T. sont énumérés au tableau 1. Il s'agit soit de l'adjonction à l'un des composants de la S.S.T. d'un élément supplémentaire (incident en (+), ou " + incident "), soit de la suppression d'un élément dans un ou plusieurs composants de la S.S.T. (incident en (-), ou " - incident ").

Etape 3. Sur un champ de 16 carrés représenté sur une feuille de papier, le sujet doit hachurer ceux des carrés qui correspondent aux éléments ayant "fonctionné" dans l'expérience (champ opératif ou opératoire). Si le sujet n'y parvient pas, on lui présente à nouveau la S.S.T., et ce jusqu'à ce qu'il réussisse.

Etape 4. On invite le sujet à noter sur une feuille tous les composants de la S.S.T., en respectant l'ordre dans lequel ils ont été présentés. Si le sujet n'y parvient pas sans erreur, il passe à l'étape 5.

Etape 5. La S.S.T. est présentée à nouveau. Le sujet doit, cette fois, en observant la S.S.T., se souvenir de la structure et de l'ordre des composants dans le cycle. Quand le sujet a le sentiment d'y être parvenu, il stoppe la S.S.T. et s'efforce à nouveau de la reproduire (voir étape 4). S'il ne réussit pas, on répète l'étape 5 jusqu'à la réussite, à moins que le sujet ne déclare forfait.

La seconde expérience a lieu deux jours après la première. On propose au sujet de reproduire de mémoire le champ opératoire et la S.S.T. (c'est-à-dire, la structure et l'ordre de ses composants, voir étapes 3 et 4 de la première expérience), sur laquelle il a travaillé lors de la première étape. Si le sujet n'y arrive pas d'emblée, la S.S.T. lui est montrée une nouvelle fois, et ainsi de suite, jusqu'à ce qu'il l'arrête de lui-même pour tenter à nouveau de la reproduire. On répète ainsi, comme dans la première expérience, jusqu'au succès complet ou jusqu'à ce que le sujet se refuse à poursuivre.

Seize sujets (étudiants de l'Université de Moscou, âgés de 20 à 26 ans) ont participé à la première expérience. Treize d'entre eux ont pris part à la seconde. Durant toute l'expérimentation, on a enregistré les propos des sujets et la durée de chaque présentation de la S.S.T., exprimée en nombre de cycles. Afin d'exploiter certaines différences individuelles, il a été procédé à une épreuve spéciale à la fin de l'expérience. Celle-ci sera décrite dans la seconde partie de l'article.

DISCUSSION DES RESULTATS

Au cours de l'expérience, tous les sujets apprennent à réagir correctement à tout écart de la S.S.T. par rapport à la "norme", c'est-à-dire, à tous les cas de " + incident " et " - incident " : Le nombre de cycles doit être différent pour les différents sujets, afin de leur apprendre à réagir correctement aux incidents. Dans notre expérience, ce nombre a varié entre 63 (sujet A.B., N°2) et 113 (sujet Y.R., N°10). Dans la mesure où les sujets ne peuvent réagir aux incidents qu'après avoir constaté les écarts entre S.S.T. réelle et S.S.T. "normale", on peut en conclure que

chez tous les sujets se crée une image-référence dynamique qui traduit le cours normal de la S.S.T.

La fig.1 reproduit le processus de formation de l'image dynamique de la S.S.T. Les colonnes blanches représentent le temps nécessaire aux différents sujets pour apprendre à réagir correctement aux incidents. Les colonnes noires désignent le temps que les sujets ont mis à arriver à une image analytique. (Les sujets K.S. et A.B., N°1 et N°2, ont refusé de poursuivre le travail à l'issue de ce délai). La fig. 1 montre qu'une très grande majorité des sujets apprend à réagir correctement aux incidents, alors même qu'ils ne sont pas en mesure d'analyser la S.S.T., c'est-à-dire, la décomposer en cycles, fixer le nombre de composants du cycle, saisir la structure des composants, reproduire la S.S.T. de mémoire. Il s'ensuit qu'une analyse exacte de la structure de la S.S.T. n'est pas indispensable pour que les sujets assument un contrôle valable du déroulement de la S.S.T. Désignons par niveau global de reflet de la S.S.T. le niveau donné de la S.S.T. dans l'image, et par image globale, l'image de la S.S.T. qui se forme à ce niveau.

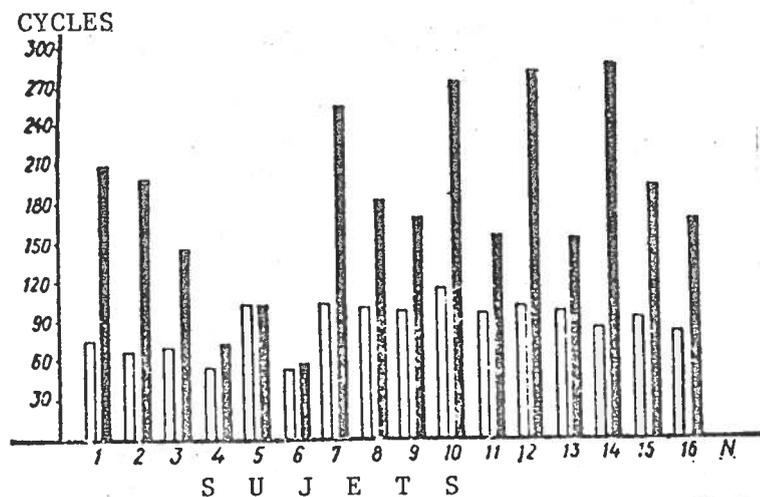


Figure 1. Formation de l'image dynamique de la S.S.T.

Au moment de l'apparition de " + incident " , une impulsion lumineuse surgit sur l'un des éléments du champ qui ne fonctionnait pas pendant le "cours normal" de la S.S.T. (éléments 4,7,9,15 - voir tableau 1). Si nous désignons par "champ opératoire" la partie du champ occupée par les

éléments fonctionnant dans le cadre du "cours normal" de la S.S.T., on peut dire que " + incident " est une perturbation du champ opératoire. Dans la mesure où le sujet qui se trouve au niveau global de reflet de la S.S.T., réagit correctement à toute perturbation du champ opératoire sans avoir encore discerné la structure des différents composants de la S.S.T. et, par conséquent, sans être en mesure de remarquer les modifications intervenues dans cette structure, on peut supposer que le reflet du champ opératoire est, en tout cas, un aspect important du contenu de cette image-référence, avec laquelle le sujet compare l'image perceptive de la dynamique instantanée de la S.S.T. Cette façon de comprendre le contenu de l'image globale de la S.S.T. est confirmée par toute une série de propos caractéristiques tenus par les sujets après avoir réagi à " + incident ". Par exemple : "La lampe qui s'est allumée est quelque part à l'écart, il semble que ce soit la quatrième". (Sujet K.L., N°6) ; "Quelque chose s'est allumé, mais ce ne sont pas les bonnes lampes" (sujet N.N., N°7) ; "Ça ne s'est pas allumé là où il convenait" (sujet B.R., N°8).

Dans les cas " - incident " , un élément (élément 5, 10, 11, - voir tableau 1) était exclu d'un composant quelconque de la S.S.T. A cette étape de l'expérience, n'étant pas en mesure de refléter la structure des différents composants ni, par conséquent, de déterminer ce qui a disparu et dans quel composant précisément, le sujet remarque simplement que certains des éléments présents commencent à s'allumer plus rarement que d'autres, c'est-à-dire que les caractéristiques de fréquence relatives des différents éléments se modifient. En témoignent les propos tenus par les sujets : "Quelque chose a disparu" (sujet S.A., N°9) ; "Le dixième élément se détache " (sujets M.A., N°14 et L.B., N°16) ; "Le cinquième élément ne fonctionne pas" (sujet A.D., N°10). Il semble bien que le reflet des caractéristiques de fréquence des éléments de la S.S.T. soit également un aspect important de l'image globale de celle-ci.

L'examen de la figure 2 (page 9) fait ressortir que deux sous-niveaux peuvent être distingués au niveau du reflet global : l'un "préconscient" et l'autre "conscient". Les colonnes blanches indiquent le temps (en cycles) nécessaire aux différents sujets pour apprendre à réagir infailliblement aux incidents, les colonnes noires représentent le temps pour apprendre à reproduire correcte-

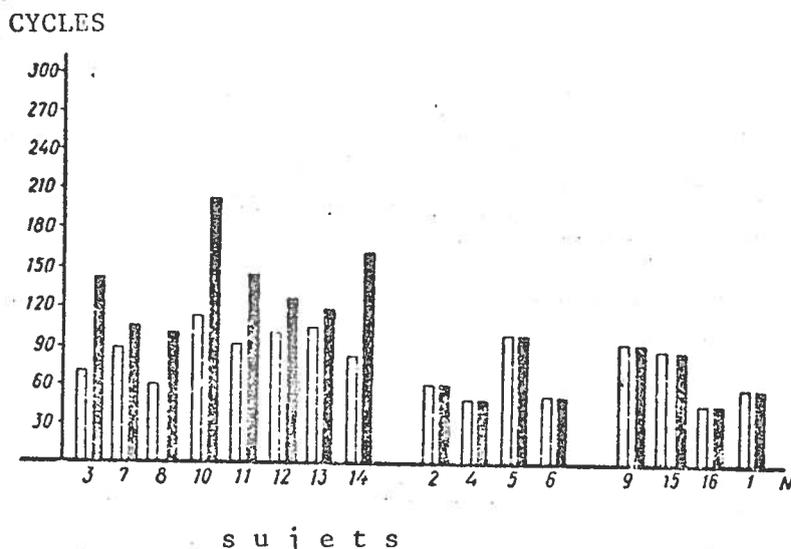


Fig. 2. Niveaux conscient et "préconscient" du reflet du champ opératoire dans l'image globale de la S.S.T.

ment le champ opératoire. Si certains sujets (1,2,4,5,6,8,9,15,16) qui ont appris à réagir aux incidents, reproduisent correctement et sans hésiter le champ opératoire de la S.S.T., d'autres (3,7,8,10,11,13,14) n'y parviennent pas. Pour se rendre compte de la structure du champ, ces sujets doivent, après avoir appris à réagir aux incidents, observer à nouveau la S.S.T. pendant un certain temps.

Puisque la réponse correcte aux incidents est médiatisée par le reflet de la structure du champ opératoire, ce reflet demeure sans doute inconscient pendant un temps chez une partie des sujets.

Certains comptes-rendus des sujets comportent des éléments qui permettent de suivre le passage du sous-niveau "préconscient" au sous-niveau "conscient" et par la même, d'obtenir quelques éclaircissements quant à la dynamique du reflet du champ opératoire au cours de la formation de l'image globale de la S.S.T. La lecture des comptes-rendus montre, en particulier, que le champ opératoire est reflété tout d'abord d'une façon globale, à savoir (dans les conditions concrètes de l'expérience) sous la forme d'un champ carré continu :

5	6	7
9	10	11
13	14	15

d'où seront éliminés par la suite les éléments 7,9 et 15, qui ont été

ajoutés par erreur.

Ceci peut être illustré par un extrait du compte-rendu du sujet V.K., N°12 :

Nombre de cycles	Champ opératoire représenté par le sujet
(15) + 86	5- 6- 7 9-10-11 13-14-15
+10	5- 6 -7 10-11 13-14
+14	5-6 10-11 13-14

L'attitude du sujet B.V. (N°4) est assez intéressante à cet égard : tout en figurant correctement le champ opératoire, il s'obstine à "voir" les impulsions lumineuses des éléments 7 et 15 et réagit à ces impulsions supposées comme à des incidents, éteignant la S.S.T. pendant son "cours normal". L'extrait suivant du compte-rendu du sujet K.R. (N°14) va dans le même sens :

L'expérimentateur : Pourquoi avez-vous éteint la S.S.T. à deux reprises ?

Le sujet : Les éléments 7 et 15 s'allumaient dans des combinaisons incorrectes.

L'expérimentateur : Comment est-ce possible ? Vous n'avez pas hachuré ces éléments. Donc, ils n'ont pas fonctionné.

Le sujet : Ce n'est pas exact. Je les ai bien vu s'allumer.

Aux étapes 4 et 5 de la première expérience, la plupart des sujets (14 sur 16) sont déjà en mesure de refléter la S.S.T. analytiquement (voir fig. 1).

A la demande de l'expérimentateur, les sujets réussissent à décomposer de mémoire la S.S.T. en cycles, dégagent et analysent correctement des composants de la S.S.T.

Si l'on se réfère aux comptes-rendus des sujets, il apparaît que la tâche qui consistait à dégager les composants de la S.S.T. sous forme de struc-

tures spatiales séparées, est menée parallèlement à celle qui visait à localiser ces structures sur le champ opératoire. Les deux sujets chez lesquels l'image analytique de la S.S.T. ne s'étaient toujours pas formée à la fin de l'expérience, n'ont pas réussi la première de ces tâches. Après présentation de 199 cycles de S.S.T., le sujet A.B. (N°2) n'a pu dégager correctement qu'un seul composant (5-6-11) ; il n'a pas jugé utile de poursuivre le travail. Le sujet K.S. (N°1) a déclaré forfait après avoir observé 210 cycles et réussi à reproduire trois composants. La figure 3 illustre quelques erreurs caractéristiques dans la localisation des composants sur le champ opératoire. La ligne épaisse correspond à la disposition réelle des composants sur ce champ, alors que la ligne mince représente leur localisation erronée dans l'image qui s'était formée chez les sujets (fig. 3a : composant 4; fig. 3b : composant 2; fig. 3c : composant 5).

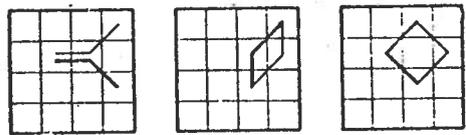


Figure 3. Erreurs dans la localisation des composants sur le champ opératoire

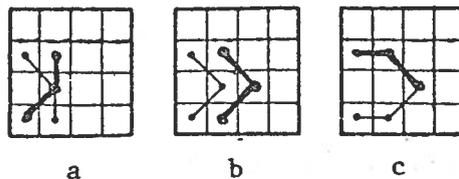


Figure 4. Permutation de couples symétriques dans l'image

Plus tard, pour tous les sujets sauf un, le reflet adéquat de la succession des composants prend fin. Les figures 4a, 4b, 4c fournissent des exemples d'erreurs typiques dans la reproduction de l'ordre de succession : ces erreurs consistent à permuter les couples contigus de composants disposés symétriquement sur le champ opératoire (on a en trait épais l'ordre de succession réel, et en trait fin, sa reproduction erronée).

composants	C Y C L E S		
	(15)+101	+14	+30
1			
2			
3			
4			
5			
6			

Figure 5 : Formation de l'image analytique de la S.S.T.
(sujet A.L.)

La figure 5 présente sous une forme déployée le processus de formation de l'image analytique de la S.S.T. dans le cas du sujet A.L. (N°13). Celui-ci réussit à reproduire fidèlement 4 composants dès sa première tentative de description de la S.S.T. Deuxième tentative : la mise en évidence des composants est menée à bien, mais l'ordre de succession n'est pas respecté (les composants 2 et 3 sont inversés et la localisation du composant 3 est fausse). Troisième tentative : la formation de l'image analytique est menée à son terme.

Dans certains cas, la formation de l'image analytique (4e et 5e étapes de la première expérience) laisse voir une curieuse persistance des erreurs intermédiaires dans le reflet du champ opératoire (3e étape). L'exemple suivant, tiré du compte-rendu du sujet N.N. (voir page 14) est révélateur à cet égard.

Tous les sujets, à l'exception de l'un d'entre eux, ne passent au niveau analytique de reflet de la S.S.T. que lorsqu'il leur est proposé de noter tous les composants de la S.S.T. sur une feuille de papier, en respectant l'ordre de leur présentation. Nous avons déjà vu que, dans ce cas, réussissent tous les sujets, sauf deux (K.S. et A.B., N°1 et N°2). Ce n'est que pour le sujet I.V. (N°5) que l'image analytique se forme dès la deuxième étape de la première expérience, quand il s'agit de détecter les incidents et d'y réagir en appuyant sur un bouton. Aux deuxième et troisième étapes, tous les autres sujets ne reflètent la S.S.T. que globalement, c'est-à-dire au niveau qui apparaît nécessaire et suffisant compte tenu de la tâche assignée. Qui plus est, les sujets qui se montrent aptes à contrôler les incidents au sous-niveau "préconscient" du reflet global de la S.S.T. (fig.2), se contenteront précisément de ce sous-niveau jusqu'à ce qu'une nouvelle tâche soit fixée, à savoir : représenter le champ opératoire sur une feuille de papier (3e étape de la première expérience).

Certains propos tenus par les sujets à la 4e étape de la première expérience (du genre : "Je ne peux pas reproduire les combinaisons : ça ne faisait pas partie de mon travail" - sujet V.N., N°15) témoignent en faveur d'une telle compréhension du choix du niveau de reflet par l'image.

On peut sans doute en conclure qu'au cours de la formation de l'image de la S.S.T., la dynamique des relations entre les niveaux de reflet global et analytique, est opérative : elle est dictée par la spécificité des tâches auxquelles le sujet se voit confronté.

Sur la figure 1, nous voyons que la durée de la formation de l'image analytique de la S.S.T. varie beaucoup d'un sujet à l'autre. Une partie des sujets (que nous appellerons groupe A) éprouve d'importantes difficultés au moment de passer du niveau global au niveau analytique, alors que pour les autres (groupe B) ces difficultés n'existent pas.

L'attitude des sujets du groupe A, lorsqu'ils observent la S.S.T., est très curieuse. Elle se distingue par une certaine "absorption par le spectacle" qu'ils doivent sans doute surmonter pour passer à l'analyse des rapports spatiaux et temporels intra-structuraux. Cette "absorption" trouve bien

cycles	comptes- reduis	Commentaires du sujet
65	5, 10, 14 7, 10, 14 10, 11, 13 6, 7, 9 7, 10, 15 6, 9, 14 5, 10, 13	"Il apparaît donc que les 9 éléments participent tous. Mais non, parmi ceux que j'ai nommés, il y en a quand même deux qui ne participent pas (le 9e et le 15e) "
97	7, 10, 15 6, 9, 14 5, 10, 14 6, 10, 13 11, 13, 14 5, 6, 11	" On voit maintenant à nouveau que les neuf éléments participent. Pourtant, il y en a bien eu deux qui étaient absents "
101	5, 10, 13 6, 11, 14 11, 13, 14 5, 6, 11 5, 10, 13 5, 10, 14	" Six éléments participent. Bizarre ! "
170		" Je crois que tout est correct. Mais je veux réfléchir encore, si c'est possible."
251		Refus de poursuivre

Extrait du compte-rendu du sujet N.N. (N°7)

Remarque : Les éléments indiqués sont ceux qui n'appartiennent pas à la structure du champ opératoire.

son reflet dans certains commentaires des sujets. L'un d'eux s'exprime ainsi : " Je vois ce qu'il y a sur le tableau d'une façon assez particulière : on dirait des illuminations, je vois courir des lumignons. J'ai une sorte de perception immédiate, je ne cherche pas à comprendre. Pour moi, c'est comme quelque chose d'artistique, et non pas quelque chose avec quoi il faut travailler ". Ou encore : " Je ne peux pas... Je ne sais pas ce qui se passe là-bas. Il est difficile de démarquer ce qui a été, de ce qui est. Quant on reste longtemps à regarder, il est difficile d'analyser. Des lumignons courent... J'observe les lumignons qui courent et je ne peux rien saisir. Dès que je réussis à me concentrer, les combinaisons ont changé ". (sujet A.B., N°2).

Ce n'est pas la première fois qu'on a pu constater un tel effet de la structure visuellement perçue sur les sujets. Dans l'une des expériences réalisées antérieurement (D.Ochanine, L.Chébek - /4/), le sujet avait, par exemple, à reproduire, en appuyant sur des boutons, plusieurs points qu'il percevait visuellement et qui étaient en partie réunis par des lignes droites pour former une certaine "structure apparente". La plupart des sujets n'ont pas réussi ce travail, pourtant si élémentaire à première vue. On a alors remarqué que le plus difficile " ... était de faire abstraction de la vision immédiatement perçue de la structure ". En témoignent les comptes-rendus des sujets eux-mêmes, qui ont tous souligné que la structure apparente les avait induits en erreur, bien que le sens des instructions ... fût parfaitement clair. La structure apparente directement perçue exerçait sur les sujets un effet de diversion et, dans une certaine mesure, hypnotique, dont ils devaient combattre l'influence .

Il est difficile de ne pas remarquer des analogies entre cet état, observé antérieurement, et "l'absorption par le spectacle" que nous avons mentionné et qui est si caractéristique des sujets du groupe A.

Il est possible qu'il s'agisse ici d'une particularité très répandue parmi nos sujets. Elle est vraisemblablement en rapport immédiat avec la disposition d'esprit plutôt "artistique" de ces personnes, par opposition à ceux qui sont davantage enclins à l'analyse logique de leurs observations. Evidemment, ce n'est qu'une hypothèse qui doit être minutieusement vérifiée.

Pour le groupe A, les difficultés particulières de reproduction de la S.S.T. tenaient aux composants contigus de la S.S.T., dont les éléments étaient en partie identiques, en partie différents. Par ailleurs, vu les vitesses de présentation, le changement des différents composants donnait une impression de mouvement (effet stroboscopique), alors que les éléments répétitifs n'ont pas été remarqués par les sujets, ce qui a compliqué le dessin rythmique général de la S.S.T.

Partant de cette observation et désireux de trouver un critère pour classer les sujets rapidement et sûrement soit dans l'un, soit dans l'autre groupe (A ou B), nous avons constitué sur ce même champ une S.S.T spéciale à deux composants.

Composant 1 :	1	2	3	4
	1	2	4	4
Composant 2 :	5	6	7	8

Si élémentaire que fût cette S.S.T. et en dépit de leurs efforts répétés, cinq sujets n'ont pas pu la reproduire ; ils se sont arrêtés là. Il a été convenu de classer ces sujets dans le groupe A. Pour les autres sujets, ce test n'a pas présenté de difficultés importantes. On a sélectionné parmi eux ceux qui avaient réussi à reproduire correctement la S.S.T. en moins de 20 cycles de présentation. Il y en a eu cinq également. Ils ont été classés, par convention, dans le groupe B. Les données de ce test ont été comparées aux résultats de notre expérience (voir tableau 2).

Tableau 2

G R O U P E	S U J E T S	Données du test d'essai. Temps de travail individuel (en cycles)	Données de l'expérience		
			Temps de travail individuel (en cycles)	Temps moyen de travail en groupe (en cycles)	Rapport du temps moyen du groupe A au temps moyen du groupe B (groupe B = 100%)
A (n'ont pas réussi le test d'essai et ont abandonné)	K.S.	162 (abandon)	210 (abandon)	216	181,2
	N.N.	68 (abandon)	152		
	S.K.	279 (abandon)	269		
	V.N.	171 (abandon)	188		
	L.B.	99 (abandon)	161		
B (ont réussi le test d'essai en moins de 20 cycles)	K.R.	10	71	119,2	100
	S.Tch.	8	101		
	S.Ou.	6	58		
	B.R.	6	184		
	A.F.	12	152		

Tableau 2 : Différences des caractéristiques de temps entre les groupes A et B (d'après les résultats du test d'essai et de l'expérience)

Ces données témoignent de différences individuelles incontestables entre les sujets pour ce qui est du paramètre qui nous intéresse ; elles montrent également que notre test permet véritablement de classer les sujets dans l'un des deux groupes décrits plus haut.

Dans la seconde expérience réalisée deux jours plus tard, treize sujets avaient déjà participé à la première. Trois d'entre eux seulement ont réussi à reproduire la S.S.T. sans erreur dès leur première tentative. Les dix autres ont dû observer à nouveau la S.S.T. pendant un temps qui variait de 8 à 58 cycles.

Sur ces 10 sujets, n'ont pas su reproduire correctement, sans réexaminer la S.S.T. : pour le champ opératoire - 0 ; pour la structure des composants - 3 ; pour l'ordre de succession des composants - 10.

Vraisemblablement, l'image de la S.S.T. se détruit dans l'ordre inverse de celui qui a présidé à sa formation.

Il n'est pas sans intérêt de remarquer que, dans cette deuxième expérience, chez 7 sujets sur les 10 qui n'ont pas réussi à reproduire la S.S.T. "du premier coup", on observe la persistance de certaines erreurs qu'ils avaient commises dans les étapes intermédiaires de la réalisation de l'image analytique de la S.S.T. (voir tableau 3).

Sujets	Reproduction de la SST (phase de formation de l'image dynamique)	persistance dans la deuxième expérience
K. R. (N° 4)	persistance partielle	
	5, 10, 13	6, 11, 14
	6, 10, 13	5, 10, 13
	6, 11, 14	5, 6, 11
	5, 10, 13	11, 13, 14
	5, 6, 11	6, 10, 13
B. R. (N° 8)	11, 13, 14	5, 11, 14
	persistance totale	
	5, 10, 14	5, 10, 14
	6, 10, 13	6, 10, 13
	6, 11, 14	6, 11, 14
	5, 10, 13	5, 10, 13
11, 13, 14	11, 13, 14	
	5, 6, 11	5, 6, 11

Remarque : les composants indiqués sont ceux pour lesquels il y a eu persistance des erreurs

Tableau 3. Exemples de persistance des erreurs

La présente étude doit être considérée uniquement comme une première tentative d'analyse visant une variété particulière d'images opératives: les images dynamiques des structures spatio-temporelles. Aussi est-il naturel que toutes les conclusions que nous avons pu tirer des données expérimentales n'ont qu'un caractère purement préliminaire. Qui plus est, l'étude a été limitée à l'exemple d'une seule et unique S.S.T. qui présentait des caractéristiques parfaitement déterminées, telles que son rythme cyclique, élémentaire, une probabilité égale d'apparition des éléments sur le champ opératoire dans les conditions d'une "évolution normale" de la S.S.T., etc. Ce caractère restreint et spécifique de l'objet de l'étude impose également des limites à la validité de nos conclusions. On est forcément amené à se demander dans quelle mesure elles peuvent être reportées sur des images de S.S.T. présentant d'autres caractéristiques spatio-temporelles, un autre degré de complexité, etc. Le doute est encore plus grand en ce qui concerne les S.S.T. où les processus contrôlés par l'opérateur se déroulent dans un cadre industriel très complexe. Ce qui vient d'être dit est valable, notamment, pour la conclusion sur la fonction de reflet dans l'image de la structure du champ opératoire, les caractéristiques de fréquence des éléments des S.S.T., etc. C'est la raison pour laquelle les résultats de la présente étude devront être vérifiés sur des données nombreuses et variées.

Il est indispensable de procéder par la suite à une étude systématique et séparée du lien de dépendance entre l'image dynamique des S.S.T. et ses variables contrôlables, telles que les caractéristiques sensorielles (photochromatique, en tout premier lieu) des éléments de S.S.T. et de leurs combinaisons dans les composants ; les caractéristiques proprement quantitatives des S.S.T. (nombre de composants dans les cycles, nombre d'éléments dans les composants) ; leurs caractéristiques fréquentielles (fréquence relative de répétition d'éléments ou de composants dans les cycles) ; leurs caractéristiques spatiales (dimensions angulaires et topologie du champ opératoire, densité absolue et relative de distribution des composants dans le champ, "représentativité", disposition relative et symétrie des composants, etc.) ; leurs caracté-

ristiques de variabilité (S.S.T. avec cycle variant ou invariant, avec présence ou absence de fluctuations périodiques ou aléatoires pour telle ou telle caractéristique, de bruits périodiques ou apériodiques) ; leurs caractéristiques temporelles (durée de la présentation de chaque composant, durée de l'intervalle entre les présentations successives de chaque couple de composants contigus), etc.

De toute évidence, tant au niveau de la théorie que sur le plan pratique, une attention toute spéciale devrait être accordée à l'étude systématique des particularités de l'image opérative dynamique des S.S.T. en fonction de ses caractéristiques sémantiques, c'est-à-dire, en fonction de la signification relative, par rapport à l'action (expérimentale) , de ses différents éléments, composants, de la succession des uns et des autres, etc.

Cependant, d'ores et déjà, le travail que nous avons réalisé atteste que certaines particularités essentielles du reflet imagé, telles que nous les avons évoquées à diverses occasions, peuvent parfaitement être reportées sur les images opératives dynamiques de structures spatio-temporelles. Nous pensons ici à des particularités telles que la verticalité, la hiérarchie de la structure de ces images, la formation et la superposition progressives des différents niveaux, l'opérativité qui conditionne aussi bien ce phénomène que le processus d'actualisation sélective des niveaux et de passage d'un niveau à l'autre en fonction des tâches qui se succèdent, la dynamique du maintien et de la destruction des images, etc.

Les résultats secondaires de l'expérience décrite offrent peut-être, eux aussi, certaines perspectives de recherche. Il s'agit avant tout des différences qui se sont clairement manifestées, pendant l'expérience et au cours du test d'essai, dans le comportement et les indices caractéristiques du travail des sujets; différences qui permettront peut-être à la psychologie différentielle de découvrir ou d'éclairer d'un jour nouveau un aspect intéressant pour l'étude de la personnalité.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Guellerstein S. La "notion du temps" et la vitesse de réponse motrice. Editions MEDGHIZ, Moscou, 1958.
 2. "Engineering psychology", sous la rédaction de D.Panov et V.Zintchenko. Trad. de l'anglais. Editions PROGRES, Moscou, 1964.
 3. Elkine D. La perception du temps. Dans la collection "La science psychologique en U.R.S.S." tome 1, Ed. de l'Académie des Sciences pédagogiques, Moscou, 1959.
 4. Ochanine D., Chébek L. Reflet dans l'image de la structure opérative de l'objet. "Questions de psychologie", N°5, 1968.
 5. Fraisse P. Psychologie du Temps. Paris, PUF, 1967.
 6. Fraisse P. Les Structures rythmiques. Paris, "Erasmus", 1956
 7. Michotte A. La perception de la fonction "outil", in : Essays in psychology dedicated to David Katz. Uppsala, 1951.
 8. Murphy G. Personality. A biosocial approach to origins and structure. N.Y., Harper, 1947.
 9. Nuttin J. Tâche, réussite et échec. Théorie de la conduite humaine. 2-e éd. Louvain-Paris, 1961.
-

DIMITRI OCHANINE

(1907-1978)

Dimitri Ochanine est né en 1907 à Wologda, en Russie septentrionale. Son père était mathématicien, sa mère pianiste. Les hasards de l'émigration l'amènent avec sa famille en Macédoine yougoslave, à Skoplje, où il fait ses études secondaires, tout en travaillant le violoncelle. C'est pour étudier le violoncelle que ses parents l'envoient à Paris où il sera, à l'Ecole Normale de Musique, l'élève de Casals. Il suit en même temps des cours de philosophie et psychologie à la Sorbonne. Les difficultés matérielles l'obligent à rentrer dans sa famille et, ayant décidé de se consacrer à la psychologie, il termine ses études à l'Université de Skoplje. Ce sera ensuite des postes de professeur de lycée en Yougoslavie avant de quitter ce pays pour un nouveau séjour à Paris, cette fois avec une bourse du gouvernement français, pour préparer une thèse de doctorat de psychologie, sous la direction de Delacroix et, après la mort de ce dernier, de Guillaume. Cette thèse : *La Sympathie et ses trois aspects. Harmonie, Contrainte, Délivrance* parue en 1938 a été largement commentée dans le *Traité de Psychologie Générale* de M.Pradines (P.U.F., 1948). Il reprend ensuite un poste de professeur à Skoplje où sa femme, française, est professeur détaché à l'Ecole française.

En 1941, la Macédoine étant devenue bulgare, il est nommé au lycée de Biala Slatina, puis à Plovdiv et enfin à Sofia. C'est comme professeur de psychologie qu'il travaille à l'Institut Supérieur de la Culture physique et des sports où il deviendra bientôt directeur de la Chaire de Psychologie (1945-1952), qui a été, en réalité, la première chaire indépendante de psychologie en Bulgarie. Pendant la même période, il s'intéresse à des questions de Psychologie générale, à une psychologie qu'il voudrait "vivante". Les mouvements de jeunes, en particulier celui des "Brigades" l'enthousiasment à tel point, qu'il passe un certain temps sur les chantiers de construction avec les "brigadiers", jeunes volontaires venus de tous les milieux et de tous les coins du pays. Un livre, sur la psychologie de ces jeunes, a été publié en 1952 par l'Académie des Sciences bulgare, livre isolé, très différent de ses autres publications, mais auquel il était resté attaché. A partir de 1952 il est directeur-adjoint de l'Institut de Pédagogie à l'Académie des Sciences bulgare et Directeur du Département de psychologie de la même académie.

En 1955 D.Ochanine quitte la Bulgarie pour Moscou avec sa femme et ses trois fils nés en Bulgarie. Il est d'abord directeur de recherches à l'Institut de Psychologie de l'Académie des Sciences Pédagogiques, puis Directeur du Laboratoire de Psychologie du Travail transformé par la suite en Laboratoire de Psychologie de l'Activité, puis en Laboratoire de la Perception et de la Représentation. Ses travaux, liés à des applications pratiques concernant l'industrie, le mènent rapidement à sa conception de *l'image opérative*. De nombreux articles et livres ont été consacrés aux différents aspects de cette théorie et à ses applications pratiques. La seconde thèse de doctorat soutenue à Moscou a pour titre : *L'action sur l'objet et l'image opérative*.

D.Ochanine prend part aux travaux du groupe de psychologues de l'Institut d'Esthétique technique de Moscou et dirige la section de Psychologie au Conseil de la Cybernétique de l'Académie des Sciences de l'U.R.S.S. Il est également membre du Comité de Lecture de la revue "Questions de psychologie" publiée par l'Académie des Sciences pédagogiques de l'U.R.S.S.

C'est en 1975 que D.Ochanine décide de quitter définitivement l'U.R.S.S. pour s'établir en France ayant toujours considéré que sa famille était aussi française que russe.

A Paris il a participé à des enseignements aux Universités de Paris VIII, Paris V, Paris I et Paris XIII. Des séminaires ont eu lieu de mars à juin 1978, organisés par le Conservatoire National des Arts et Métiers sur le thème *Les images opératives et leur fonction dans la régulation des activités du travail*.

D.Ochanine était membre du Comité directeur de l'Association Internationale de Psychologie appliquée.