

LE TRAITEMENT DE L'INFORMATION D'UN POINT DE VUE ECOLOGIQUE

{Licence STAPS 98-99. C1-M2. Cours de Nicolas BENGUIGUI}

Le 20 Novembre 1998

| | |
|---|-----------|
| INTRODUCTION..... | 3 |
| 1. L'APPROCHE ECOLOGIQUE..... | 3 |
| <u>1.1. Historique et principes philosophiques.....</u> | <u>3</u> |
| 1.1.1. Le rejet concernant les hypothèses cognitives..... | 4 |
| 1.1.2. Propositions de la théorie écologique..... | 4 |
| 1.1.3 Le couplage perception-action..... | 4 |
| <u>1.2. L'accès à l'information (visuelle).....</u> | <u>5</u> |
| 1.2.1. Différence entre approche écologique et cognitive..... | 6 |
| 1.2.2. Notion d'invariant perceptif..... | 6 |
| 1.2.3. Notion d'affordance (TD)..... | 6 |
| 1.2.4. Illustration de la controverse : la perception du mouvement..... | 8 |
| 1.2.4.1. La réponse cognitive..... | 8 |
| 1.2.4.2. La réponse écologique..... | 10 |
| <u>1.3. L'invariant optique Tau ().....</u> | <u>11</u> |
| <u>1.4. Conception du programme moteur selon l'approche écologique.....</u> | <u>14</u> |
| 1.4.1. La loi de contrôle..... | 14 |
| 1.4.2. Synthèse des principes du contrôle moteur..... | 15 |
| 1.4.3. Réduction des degrés de liberté (DDL)..... | 15 |
| <u>1.5. Les limites de l'approche écologique.....</u> | <u>15</u> |
| 1.5.1. Critiques principales..... | 16 |

1.6. Conclusions et critiques..... 16

INTRODUCTION

Théories écologiques : {D. Delignière et P. Duret in lexique thématique, Vigot}.

Ce terme recouvre un ensemble d'approches théoriques récentes du contrôle moteur. Ces théories, issues des travaux de Bernstein (1967) sur le contrôle moteur, et de Gibson (1979) sur la perception, partent du constat que les modèles classiques du traitement de l'information ne peuvent rendre compte de la gestion de la motricité dans les situations écologiques complexes. Elles insistent sur l'économie cognitive du contrôle de la motricité : le système n'utiliserait que des informations de haut niveau, contrôlant un grand nombre de degrés de liberté.

En outre, ces variables ne seraient pas traitées centralement, mais seraient disponibles directement au niveau des récepteurs périphériques. L'opposition entre les théories classiques paramétriques, et les théories écologiques constitue à l'heure actuelle un lieu de vives controverses. Certains auteurs tentent de la dépasser en envisageant une éventuelle redondance des modalités de contrôle, liées à l'expertise et au contexte de réalisation (Laurent, 1991).

1. L'APPROCHE ECOLOGIQUE

Lorsqu'on se place d'un point de vue écologique, c'est une remise en cause systématique de l'approche cognitive. C'est donc une opposition radicale, forte, qui a tourné dans une forme de conflit prouvant l'incompatibilité des deux approches du traitement de l'information. Ce qui est principalement reproché à l'approche cognitive, c'est que cette dernière ne prend pas finalement assez en compte la motricité et que ces explications semblent nettement trop difficiles à gérer par le cortex qui est selon les cognitivistes proche du fonctionnement d'un ordinateur.

1.1. Historique et principes philosophiques

Dans la conception de l'être humain, l'approche cognitive détermine le cortex comme un super ordinateur. L'approche écologique ne comprend l'être humain qu'à travers la relation environnement - comportement selon un schéma auto-organisationnelle.

L'approche écologique regroupe deux courants qui se rejoignent :

- la théorie de la perception directe (Gibson, 1979), (influence de la théorie directe de la forme, Gestald qui étudie les phénomènes dans leur totalité, Koffia, 1937) ;
- la théorie dynamique du contrôle moteur (Bernstein, 1967 ; Kelso, 1981).

Ces deux théories sont construites à partir d'une remise en cause systématique des postulats de base de l'approche cognitive.

1.1.1. Le rejet concernant les hypothèses cognitives

Selon les hypothèses cognitives il y a nécessité de recourir à des représentations perceptives et motrices pour agir.

Selon les hypothèses écologiques :

- Rejet de la théorie cognitiviste de la perception visuelle :
 - la perception de l'environnement ne nécessite pas de traitement de l'information ou encore une reconstruction sous forme de représentation.
- Remise en cause du rôle de la mémoire dans la production de l'action :
 - elle n'est pas nécessaire pour accéder aux informations ;
 - elle n'est pas nécessaire pour la production et la régulation de l'action.

Le reproche principal qui est adressé à l'approche cognitive est le coût fonctionnel du système qu'elle propose.

- Problème de contrôle dans les DDL (degrés de liberté) ex : mouvement des segments, add, abd, élévation).
- Problème d'adaptation aux contraintes temporelles de certains problèmes moteurs (D. Lee, 1980).
- Sensibilités aux bruits informationnels, (distinction entre information et bruit). On a toujours du bruit qui en se développant va causer des erreurs en parasitant le STI. Chaque erreur perceptive serait amplifiée par le nombre d'opérations mises en jeu.

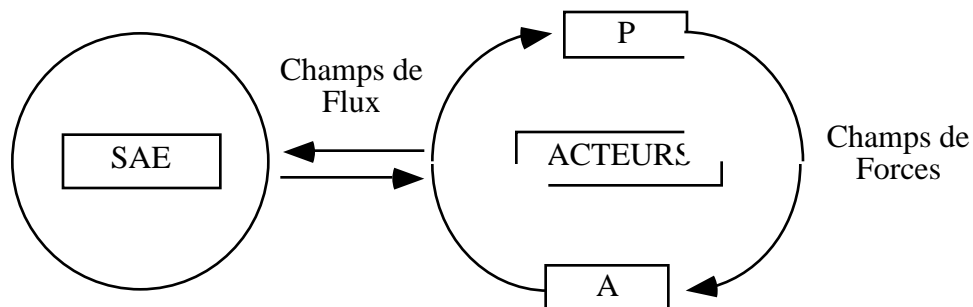
1.1.2. Propositions de la théorie écologique

- Référence à la théorie des systèmes pour étudier les interactions du système individus -environnement (SAE = système auteur environnement).
- La motricité s'auto-organise en fonction des contraintes de l'environnement, donc pas nécessité de contrôle d'une structure hiérarchisée et organisatrice comme c'est le cas dans le contrôle cognitif.

1.1.3 Le couplage perception-action

- Les comportements moteurs adaptés sont le résultat de l'utilisation des lois de contrôle à la fois simples et économiques.
 - Ces lois de contrôles induisent des relations directes et univoques (sans ambiguïté) entre :
 - des variables informationnelles prélevées de l'environnement ;
 - des variations motrices propres au système d'action.
- Elles permettent une régulation adaptative du comportement sur la base d'un couplage continu entre:
 - le système perceptif ;

- le système moteur.
- Le système perceptif et le système moteur sont fonctionnellement indissociables (Turvey, 1980).
 - Ils ne peuvent être compris que dans le cadre d'une étude systémique prenant en compte les caractéristiques du SAE.



P = perception.

A = action.

La perception influence l'action mais en même temps l'action va influencer le système SAE et que ces transformations vont influencer la perception.

- Le fonctionnement du couple perception-action se comprend par la médiation des champs de flux et des champs de force.
 - Les champs de flux sont les informations captées au niveau des récepteurs sensoriels. Ils fournissent des informations sur les transformations du SAE. Ils résultent soit :
 - du déplacement de l'individu,
 - de la mobilité d'objets dans l'environnement,
 - de la combinaison des deux.
 - Les champs de force ont pour origine l'identification de désorganisation du SAE et induisent la production d'actions motrices qui correspondent en définitive à une recherche d'une (ré) organisation du SAE.

1.2. L'accès à l'information (visuelle)

Les principes de la psychologie écologique s'appliquent aux différentes modalités sensorielles (visuelles, auditives, heptatiques {interne : touché, proprioceptive}). Vision permet de mieux comprendre.

A l'origine Gibson s'intéresse exclusivement à la perception visuelle. Selon lui, "l'information visuelle" se situe nécessairement dans la lumière. Il s'intéresse aux lois optiques ---> écologie optique.

1.2.1. Différence entre approche écologique et cognitive

- Rejet de l'hypothèse d'un prélèvement séquentiel (hypothèse du "moment perceptif" ; hypothèse du "snapshot" ou instantané photographique qui correspond à l'idée que pour construire un mouvement on se sert de différentes séquences photographiques que l'on additionne).
- La vision est prélevée sur un mode continu.
- Pas besoin de conserver l'information en mémoire, elle est toujours disponible.

Selon Gibson, les informations sont prélevées au niveau des champs de flux rétiens sous la forme d'invariants optiques qui répondent à des règles de transmissions systématiques. L'apprentissage est lié à la détection de ces invariants.

1.2.2. Notion d'invariant perceptif

- La particularité de ces invariants est d'être :
 - directement disponible par l'acteur au niveau des transformations de la scène visuelle (pattern),
 - de rendre compte de façon univoque, c'est à dire sans ambiguïté, ni d'interprétations à faire, des propriétés physiques du SAE.
- Ces invariants spécifient des affordances qui correspondent en fait aux informations perçues en terme de possibilités d'actions (Gibson, 1979).

1.2.3. Notion d'affordance (TD)

Affordance : {D. Delignière et P. Duret in lexique thématique, Vigot}.

L'affordance d'un objet est une combinaison spéciale des propriétés de sa substance et de ses surfaces, fonction du sujet percevant. Warren (1984) a montré que des sujets étaient capables d'estimer avec précision et uniquement à partir de la perception visuelle, la hauteur à partir de laquelle les marches ne sont plus montables normalement, c'est-à-dire sans recours aux mains ou à d'autres comportements d'escalade. L'acteur extrait de son environnement des invariants, qui ne s'expriment pas dans une grandeur quelconque mais sous forme de rapport : ce sont des "nombres pi", qui dépendent du rapport acteur-environnement (A/E).

Dans l'expérience de Warren, A correspond à la longueur des membres inférieurs et E à la hauteur des marches. Ce rapport est constant pour une tâche donnée : il est le même pour les sujets de grande et de petite taille. Il n'y a donc pas référence à une métrique extrinsèque, mais à des valeurs intrinsèques, liées à la morphologie des sujets. Selon Gibson, l'affordance, tout comme l'invariant géométrique constitué par le

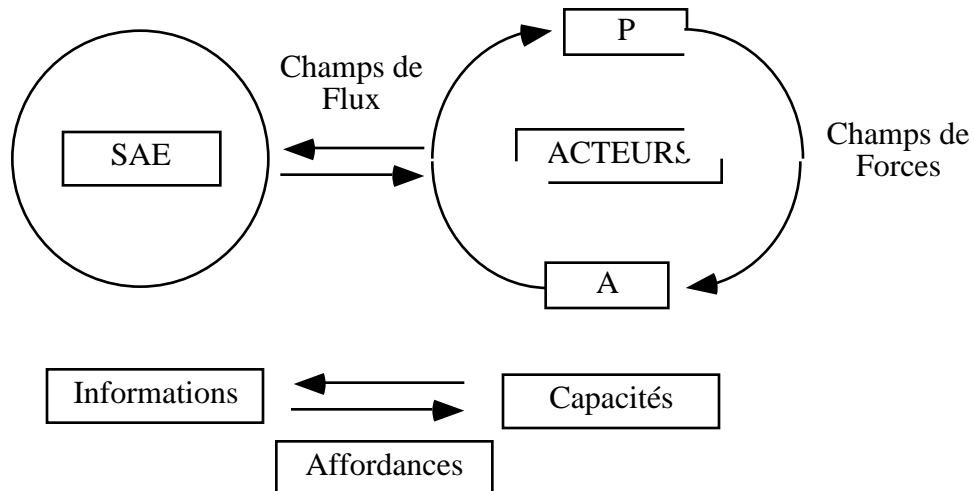
gradient, sont perçus directement, sans que le sujet ait besoin de recourir à une élaboration interne complexe.

- Le terme d'affordance a été inventé par Gibson à partir du verbe "to afford" (se permettre) pour rendre compte des caractéristiques du SAE. Une affordance correspond aux informations en terme de possibilité d'actions.
- L'origine de cette conception est la théorie de la Gestalt (Koffia, 1935).
- Les relations entre les objets sont directes et univoques.

- Selon la théorie des affordances, la perception est l'invitation à l'action (Gibson, 1979).
- La notion d'affordance permet de comprendre comment l'acteur donne du sens à l'environnement et peut directement agir en conséquence.
- Cela signifie que la spécification des propriétés de l'environnement est perçue en fonction des capacités des actions.
- Une affordance est une information perçue en terme de possibilité d'action.

- L'affordance permet d'accéder à la relation fonctionnelle entre l'individu et l'environnement et donc de se percevoir dans l'environnement.

L'affordance se situe entre informations et capacités.



Ex : au cours d'un saut en hauteur, on arrête son saut avant même de le tenter lorsqu'on perçoit que la barre est trop haute pour être franchie. L'individu à la propre conception de ses propres capacités d'action. On note donc une adaptation précise du comportement qui ne nécessitent pas d'opérations mentales ni d'automatisation (ex : attraper une balle avec une ou deux mains en fonction de sa grosseur).

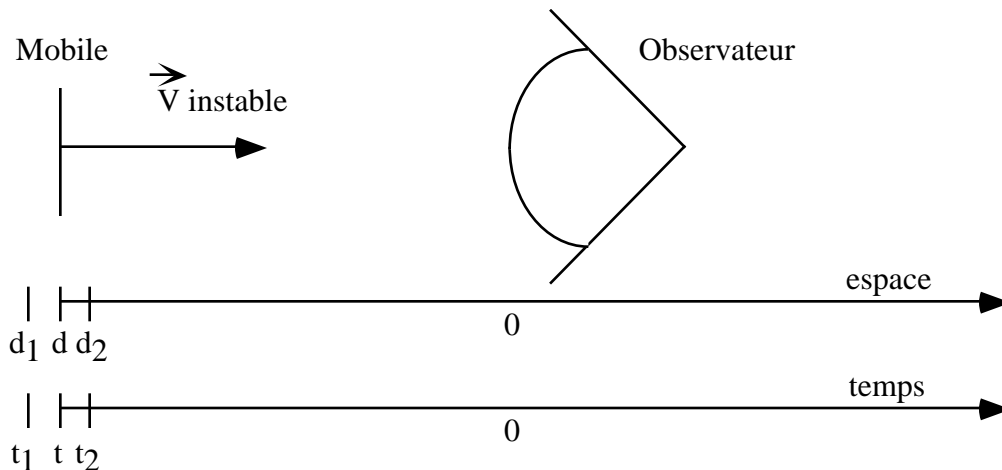
1.2.4. Illustration de la controverse : la perception du mouvement

- Percevoir le mouvement pour la gestion des contacts avec l'environnement.
 - Pour éviter les collisions (marcher au milieu d'une foule, conduire un véhicule).
 - Pour intercepter des objets (frappes, captures de balle).
- Pour l'ensemble de ces actions, une nécessité (point commun) :
 - coordonner l'action avec le déplacement du mobile.

1.2.4.1. La réponse cognitive

- Pour coordonner l'action, cela suppose qu'il est nécessaire :
 - d'accéder au temps restant avant le contact, ce qui implique de déterminer le temps de pré-contact (TC) ou une invariable rendant compte de ce TC (time to collision).
 - avec deux questions principales :
 - quelles sont les informations qui vont être utilisées ?
 - Quels mécanismes sont mis en jeu ?

Exemple d'un mobile qui se déplace en direction d'un observateur.



Le TC d'un mobile se déplaçant à vitesse constante sur une trajectoire rectiligne peut être obtenu par le calcul suivant :

$$V_m = d/t \longrightarrow t = d/m \longrightarrow TC = d/v_m$$

$$TC = \frac{d}{\frac{d_2 - d_1}{t_2 - t_1}} \implies TC = \frac{d(t_2 - t_1)}{d_2 - d_1}$$

Donc : TC = Distance divisée par la vitesse moyenne.

Donc pour accéder à la distance et à la vitesse, il faut déterminer le temps qui reste par rapport à la vitesse.

1^{er} principe :

Pour déterminer la distance, il faut définir les informations convergentes qui correspondent au rapprochement angulaire des deux yeux. On va donc utiliser les informations qui ont pour origine la rétine mais aussi des informations en provenance des muscles extra-oculaires, c'est à dire sur la position des yeux dans l'orbite pour déterminer la position de ces derniers.

2^{ème} principe :

Utilise la disparité rétinienne qui signifie qu'on a deux yeux et que les deux images ne sont pas identiques. C'est par cette disparité rétinienne qu'on va pouvoir déterminer la distance. Donc :

Utiliser les informations périphériques qui donnent des informations de vitesse grâce aux cellules de la rétine périphérique.

A différents moments, on va identifier la position du mobile pour reconstruire, on va déterminer le temps de précontact. On va être capable de reconstruire le mouvement et de prédire le temps de précontact.

Remarque : ceci ne fonctionne que dans des déplacements à vitesse constante.

Pour une trajectoire accélérée, il faut tenir compte de cette accélération.

Le TC pourrait être obtenu à partir du calcul suivant :

$$TC = X - \sqrt{\dot{X}^2 - 2\ddot{X}X} = X = 1/2 \ddot{X}t_2 + \dot{X}t + X_0$$

X = correspond à la position

\dot{X} = vitesse

\ddot{X} = accélération

Si la trajectoire est non rectiligne, il faut déterminer trois temps de pré-contacts suivant les trois axes. Ces opérations sont difficiles à mettre en place, ce qui conduit à envisager la conception écologique de la perception.

1.2.4.2. La réponse écologique

- La recherche d'invariant dans la relation individu-environnement.
- Le cas des déplacements rectilignes séquentiels.

Cf polycopié : La réponse écologique

2 déplacements orthogonaux à vitesse constante

Fig 1.

- Trajectoire rectiligne et orthogonale à vitesse constante
 - avec le temps le delta ne varie pas = invariant. Le brochet n'a qu'une seule chose à faire : réguler son déplacement pour maintenir son angle. C'est une loi de contrôle simple et économique.

Fig 2.

- Trajectoire rectiligne et orthogonale à vitesse non constante
 - la relation fonctionne et le delta reste constant. Le brochet accélère ou ralentit en fonction de la vitesse du criquet maintenant ainsi son angle d'interception.

Fig 3.

- Trajectoire rectiligne et non orthogonale à vitesse non constante
 - L'angle alpha reste constant. L'épervier doit maintenir son angle constant pour attraper le lapin. Cette relation est-elle utilisée ? Les navigateurs l'utilisaient autrefois pour éviter les risques de collisions. Au fil du temps, si on a l'impression que l'autre bateau ne bouge pas, il y a risque de collision car cela prouve un invariant angulaire.

A chaque fois, il y a un invariant optique.

Fig 4.

Deux bateaux sur une trajectoire orthogonale, l'angle bêta reste constant. Il y a un invariant angulaire à partir du moment où les trajectoires sont rectilignes.

Fig 5.

Le cas de trajectoire paraboliques.

Capture de balle en cricket. Si le joueur utilise l'invariant optique en maintenant constant l'angle, il ne pourra attraper la balle car il sera obligé de se reculer de trop. L'angle alpha doit donc varier.

Fig 6.

Todd (1981) a observé que la projection de l'angle si on est placé au bon endroit, la variation angulaire restait constante. Il faut chercher à faire varier cet angle selon un mode constant. Il s'agit de faire varier cet angle de façon constante.

Fig 7.

C'est ce qu'à prouvé Michaels et Oudejans, 1982 (fig 7) où le joueur cherche à maintenir une variation angulaire constante pour attraper la balle en baseball. Si le joueur cherche à maintenir une variation angulaire constante, il arrive au bon endroit au bon moment. Cette règle permet d'expliquer les freinages ou accélérations subites.

Le déplacement des joueurs semblent rendre compte de cette stratégie mais on n'en a pas la preuve.

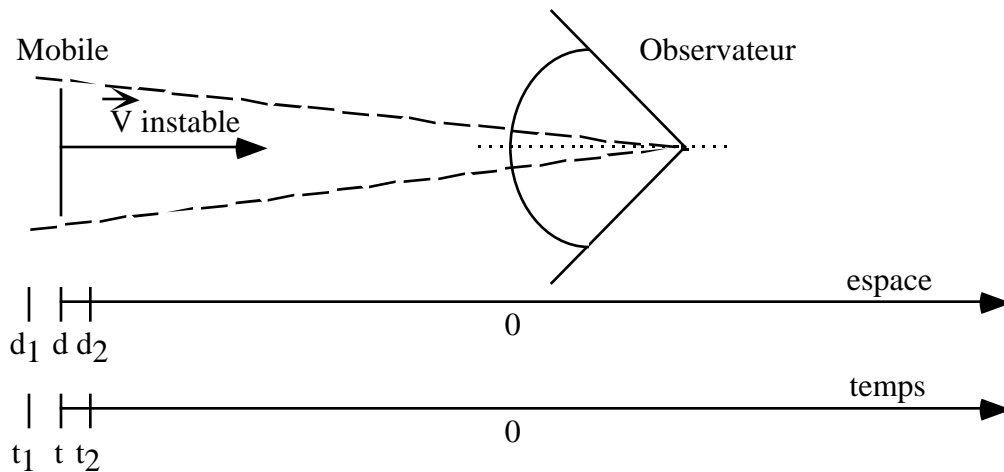
Ce mode fonctionnement repose sur une loi de contrôle qui agit sur un mode continu. Contrairement au mode contrôle cognitif, il n'y a pas de prédiction mais un loi de contrôle.

1.3. L'invariant optique Tau ()

Pour l'instant on a vu des invariants optiques mais lorsqu'il s'agit de la réception d'une balle il y a nécessité d'un timing. Il est défini par Tau.

David Lee a mis en évidence un invariant optique () dans les situations d'approche radiale directe où tau n'est pas calculé mais directement perçu.

La variable optique tau, définit comme la taille de l'image rétinienne divisée par la vitesse de changement de cette image, est proportionnelle au temps qu'il reste avant le contact. Par conséquent, tau est dérivée de l'information du flux optique et est calculé par le système nerveux central pour déterminer le minutage. Ces informations chronométriques sont essentielles pour les actions d'interceptions qui impliquent un minutage coïncident comme frapper ou attraper un ballon.



Lorsqu'un mobile se déplace il y a une dilatation relative de l'objet. D. Lee (1996) a mis en évidence l'approche du mobile et la dilatation par la formule :

$$= \text{variation de l'angle divisée par la vitesse angulaire (variation de cet angle)} = \text{TC.}$$

C'est la variation angulaire qui permet de définir le temps de contact par adaptation directe de la dilatation de la rétine sur l'objet.

Variation angulaire = donnée à deux dimensions (approche écologique), alors qu'avec l'approche cognitive il y a la distance ce qui inclut en plus la profondeur.

Avec l'approche écologique, le TC est directement exploitable car donnée à deux dimensions seulement puisqu'on utilise la dilatation de l'objet (donc pas de notion de profondeur) pour définir le TC.

Cela fonctionne également dans le cas où l'observateur va vers la balle et où les deux sont en mouvement.

Pourquoi parle-t-on d'invariant optique dans la mesure où tau varie en fonction du temps ?

Car tau est un invariant qui est toujours disponible et qui rend toujours compte et à tout moment de la relation environnement-auteur. Cette information de dilatation suffit à elle seule pour coordonner l'action. Ce qu'il y a de variant dans cette relation, c'est la relation individu-environnement.

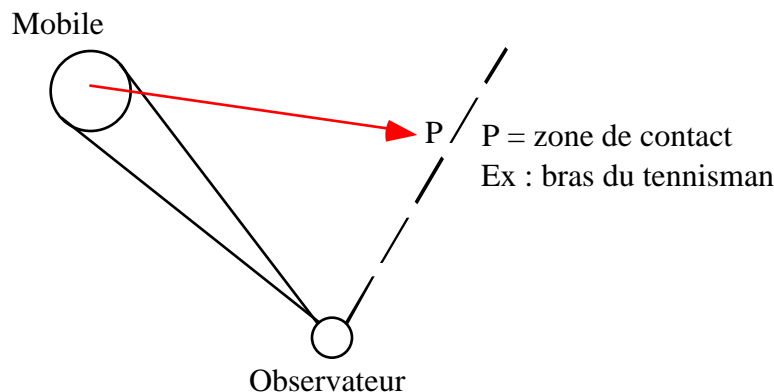
Cependant, cela reste de la théorie et il faut le démontrer dans la pratique. Savelsbergh, Whiting et Bootsma (1993) ont mis au point une expérience.

Cette expérience qui relate la capture de trois balles de différents diamètres et fluorescentes dont une qui se dégonfle au cours du temps (ballon de Baudruche). Cette expérience se fait dans le noir complet afin d'éviter tout point de repère.

Bien que les balles possèdent des diamètres différents, on s'aperçoit que les écartements pouce et index varient en fonction. Le patron de fermeture s'adapte en fonction du diamètre de la balle, il y a donc bien adaptation continue du geste et cette adaptation est due au couplage perception-action.

La question est de savoir si cette situation peut-être généralisée à des situations d'approche indirecte car là on ne regarde pas la balle.

Expérience de Bootsma et Oudejans (1993) :



Prise en compte des deux angles x et y . Il y a prise en considération de la perception à partir d'angle et la perception peut-être prise sur un mode directe ce qui veut dire qu'il n'y a pas besoin de traiter l'information et de faire des calculs. Cependant, $\tau = TC$ quand la vitesse est constante.

Mais que se passe-t-il lorsque la vitesse n'est pas constante ?

Ripoll a voulu démontrer que si l'être humain est sensible à l'accélération et à la décélération, il faut mettre au point des expériences qui prouvent qu'il y a découplage de la perception et de l'action.

Voir polycopier du 27/11/98, fig 1.

L'idée est de trouver une tâche où l'on a un découplage dans le cycle perception-action.

On demande à un sujet de prédire l'arrivée d'un point lumineux après que la dernière partie du trajet ait été occulté. On utilise pour cela un Bassin Anticipation Timer (BAT) qui est une rampe composée de diodes qui s'allument successivement. Le contrôle de la cinématique est ajustable en terme de vitesse ainsi que le temps d'occultation.

Selon l'approche cognitive, les sujets devraient être capable de prendre en compte la vitesse d'accélération et de décélération et donc de ne commettre d'erreurs supérieures à celles qu'ils commettent quand la vitesse est constante et de calculer en conséquence correctement le TC.

Selon l'approche écologique, si les sujets utilisent uniquement la fonction tau qui rend compte de la vitesse instantanée, ils vont commettre des erreurs soit par surestimation due à l'accélération, soit par sous-estimation due à la décélération.

Tâche d'interception indirecte :

On cherche à provoquer l'interception par projection d'un mobile (balle de tennis). Cette expérience est intéressante car elle ne permet pas le couplage perception-action. Lorsqu'on lance la balle on ne peut plus réguler sa vitesse. Le but est de démontrer que les sujets ne tiennent pas compte de la vitesse et se base sur le dernier tau (dernière vitesse de la dernière diode).

Hypothèse : On fait un calcul d'erreur. Si le sujet utilise tau cela implique une erreur théorique = $TC_{réel} - \tau$ au moment du début du mouvement. On obtient alors des calculs différents suivant les sujets et on se rend compte que les sujets n'ont pas la possibilité de prendre en compte la vitesse ce qui implique un nombre d'erreurs lorsqu'on se sert de tau.

Il y a cependant adaptation si on garde toujours la même trajectoire.

Dans le cadre de l'approche cognitive, pour accéder au TC, il faut percevoir de la distance et de la vitesse \implies dérivé d/t .

Dans le cadre de l'approche écologique, on perçoit seulement la vitesse avec tau et si la vitesse augmente alors il y a erreur.

1.4. Conception du programme moteur selon l'approche écologique

Contrairement à l'approche cognitive, il n'y a pas de planification mais un couplage perception-action continu qui permet d'arriver au bon moment pour une interception. Donc on coordonne en continu le geste pour diminuer l'erreur jusqu'à l'annuler. C'est la loi de contrôle définie par Peper et coll.

1.4.1. La loi de contrôle

Couplage perception-action : {D. Delignière et P. Duret in lexique thématique, Vigot}.

Un des concepts centraux de l'approche écologique du contrôle moteur, qui considère que perception et action sont indissociables et ne peuvent être étudiés séparément. Si l'action s'appuie sur la perception de la situation, à l'inverse, l'action génère les perceptions nécessaires à un contrôle efficace : on peut citer le cas de la locomotion, où le déplacement du corps génère le flux optique. Le couplage entre certaines variables informationnelles et certaines variables d'exécution (vitesse, direction, etc.) s'exprime dans une loi de contrôle (Bootsma, 1993) ; par exemple, dans le cas des déplacements finalisés, quelle que soit la vitesse du sujet, le temps de précontact (disponible directement grâce à la variable tau) au moment de l'entrée en décélération reste constant (Laurent, Tournadre & Bovet, 1987). La détermination des lois de contrôle, qui repose essentiellement sur une logique corrélationnelle, ne peut cependant pas permettre de juger de leur statut fonctionnel : une loi de contrôle constitue-t-elle un outil, particulièrement économique, utilisé par le sujet pour contrôler ses actions, ou représente-t-elle une description intégrée du comportement, résultat d'une chaîne de traitements cognitifs ?

La tâche de capture peut être réalisée en adaptant de façon continue la vitesse de la main en fonction du rapport entre le différentiel de position de la main et de la balle sur l'axe et le temps restant avant que la balle ne franchisse ce même axe.

L'action est contrôlée à partir de la perception d'invariant angulaire (main, balle) et qui permet d'expliquer la dynamique du geste.

Cette loi de contrôle montre qu'il n'y a pas besoin de faire des prédictions, mais de s'adapter en continu, c'est à dire adapter la vitesse de la main à partir de la perception, ce qui traduit un couplage permanent entre la perception et l'action.

1.4.2. Synthèse des principes du contrôle moteur

1. La motricité s'auto-organise en fonction des contraintes de l'environnement. Pas besoin de contrôle supérieur, de structure supérieure organisatrice ==> pas besoin de contrôle cognitif.
2. Permet d'expliquer la régularité de la motricité en ne mémorisant rien (pas de programmation) et que l'action émerge naturellement de l'interaction auteur-environnement. Un événement se produit sous l'effet des contraintes et que des mouvements complexes vont s'auto-organiser en fonction des événements (muscles, force de gravité).
3. Cette auto-organisation fonctionne grâce à des lois de contrôle très simple car il existe qu'un seul paramètre à contrôler ; la vitesse de la main. On a montré que des robots agissant selon un mode de traitement cognitif sont incapables d'attraper une balle. On retrouve le modèle écologique dans la navigation aérienne lorsque les pilotes mettent l'avion en pilotage automatique ; il n'y a que deux informations à réguler : le cap et l'altitude.

1.4.3. Réduction des degrés de liberté (DDL)

Un degré de liberté correspond à une possibilité. Flexion du coude = 1 DDL. Epaule = 3 DDL.

Bernstein a démontré que le corps humain possédait environ 50 à 60 degrés de liberté.

Selon l'approche cognitive, il faudrait un contrôle présent à tous les niveaux de DDL, ce qui rend un schéma extrêmement complexe.

Selon l'approche écologique, il y a diminution du nombre de DDL. peu importe le nombre d'articulations avant l'action de la main, ce qui compte c'est la direction et la vitesse de la main. L'auteur s'organise autour d'un seul paramètre : la main.

1.5. Les limites de l'approche écologique

- Au niveau du support théorique
- découle de la théorie de Gestald (Koffia, 1935) ou de la forme qui caractérise individu et mouvement.
- Rejet des approches traditionnelles cognitives car elles ne permettent pas de décrire la réalité de la motricité.

- Travaux de Gibson (perception directe)
- Travaux de Bernstein (approche dynamique du contrôle moteur ; perception de l'action).

- En fonction de l'information
- cognitive : réduction de l'incertitude donc construction
- approche écologique : spécification directe du SAE. Les informations sont directement prélevées dans le SAE par l'auteur et donc directement utilisable.

- Par rapport à l'accès à l'information
- C'est un mode directe. Les informations sont directement disponibles dans le SAE. Il n'y a pas de stockage d'informations, pas de traitement de l'information. L'information est directement disponible dans l'environnement.

- Production de l'action
- auto-organisation du système en fonction des contraintes ce qui veut dire qu'il n'y a pas besoin de contrôleur de haut niveaux. Ceci est rendu possible grâce au couplage perception-action et mis en place par la loi de contrôle : affordance constitue l'information en terme d'action.

1.5.1. Critiques principales

- Impossibilités pour expliquer l'influence de certains indices informationnels comme la vitesse, la taille du mobile, la mobilité des repères environnementaux, utilisation des indices comportementaux.
- Il y a donc impossibilité de prouver certaines théories comme :
 - La relation entre la vitesse d'un mobile et la vitesse de déplacement. Plus la vitesse est élevée et plus le mobile va vite.
 - La relation avec la taille. La réponse est plus rapide lorsque le mobile est de grande taille.
 - La perception est influencée lorsqu'il y a manipulation des repères environnementaux ce qui implique des perturbations dans les réponses données.
 - Le joueur expert utilise l'information environnementale pour préparer son action.

1.6. Conclusions et critiques

L'approche écologique ne donne pas d'alternative correcte sur les informations stockées en mémoire, sur les capacités d'analyse d'une situation. Les données que fournissent l'approche écologique ne sont pas fondées sur des preuves. On observe des comportements compatibles sans pour autant pouvoir les prouver.

- La loi de contrôle nécessite d'utiliser une planification anticipatrice pour arriver au bon endroit et au bon moment. Cependant, pour cela il faut définir l'axe d'interception sinon il ne peut y avoir de contrôle. On

assiste donc à une prédiction sur l'axe du mouvement choisit et donc une anticipation qui ne peut être évacuée.

- La relation entre information et action. L'approche écologique donne une information univoque, c'est à dire une seule information qui permet de contrôler un comportement dans sa totalité. Le problème est que des études ont prouvé que plusieurs indices peuvent intervenir autrement dit qu'il y a combinaison d'informations.

L'approche écologique semble réductionniste ce qui ressemble d'un certain point de vue à la théorie béhavioriste. Par contre, elle permet d'expliquer des événements relativement complexes par des théories simples. Il y a donc nécessité d'intégrer d'autres conceptions dans des domaines plus larges et qui permettraient d'expliquer les comportements moteurs (Voir une approche nouvelle nécessaire ?).