

Approche de la fonction visuelle en sport

Hubert RIPOLL¹, Jean-Paul PAPIN² et Pierre SIMONET¹

¹ Unité de Neurobiologie des comportements moteurs, INSEP, 11, avenue du Tremblay, 75012 Paris.

² Division de Psychophysiologie de la perception visuelle du GERMA, 5 bis, avenue de la Porte de Sèvres, 75055 Paris.

Article publié dans : Le Travail humain, 1983, tome 46, n°1, pp. 163-173

RÉSUMÉ

L'enregistrement photo-oculographique des mouvements de l'oeil dans des situations sportives permet l'étude du comportement exploratoire du sportif en situation. Les résultats de différentes expériences sont discutés, notamment en fonction de la nature des tâches étudiées, et du niveau de pratique des sujets. On montre que si la spécificité de chaque activité sportive détermine un comportement exploratoire qui lui est propre, celui-ci est cependant sous-tendu par un certain nombre de constantes de fonctionnement. Ces constantes permettent d'établir une distinction entre des opérations psychosémantiques destinées à identifier et comprendre la situation en vue d'organiser l'action et des opérations psychosensorimotrices destinées à assurer les fonctions d'échange moteur entre l'individu et le milieu physique. L'interaction de ce double processus est discutée au travers d'une expérience sur le tir au pistolet.

SUMMARY

Visual function in sport. - Photo-ocular recording of eye movements in sports provides an opportunity to study the athlete's exploratory behavior during play. The results are analyzed in terms of type of task and player's amount of experience. The findings show that although there is a specific exploratory style associated with each sport, certain common operational constants are present in all of them. The study of these constants furnishes the basis for a distinction between psycho-semantic operations, used to identify and understand the situation in order to organize actions, and psycho-sensory motor operations which govern relations between motor performance and the environment. This double process is described from experiments on rifle practice.

Si les professionnels de la formation sportive considèrent à juste titre que la qualité des prises d'informations visuelles joue un rôle déterminant dans la performance sportive, ils demeurent totalement ignorants, faute de moyens d'analyse adaptés, des opérations perceptives effectivement mises en jeu dans les activités qu'ils enseignent. Les estimations nécessairement subjectives et par conséquent le plus souvent erronées de ces mécanismes peuvent être actuellement corrigées par l'utilisation de techniques photo-oculographiques d'enregistrement du regard. L'appareil que nous avons utilisé présente l'intérêt d'étudier les prises d'informations visuelles du sportif en situation réelle d'activité et permet de comprendre la nature du support informationnel visuel des comportements moteurs observés.

Si l'apport de cette méthodologie est évident dans le domaine de recherches ergonomiques devenues maintenant classiques depuis les premiers travaux de Mackworth et Mackworth (1958), peu de travaux ont cependant été consacrés à l'étude du sportif en situation. Aussi cette note se propose-t-elle plus d'évaluer les différentes approches et moyens d'analyse de la

fonction visuelle en sport que de dresser un bilan de travaux achevés ou en cours dont la revue serait inévitablement sommaire. Dans ce domaine deux directions de recherche, essentielles à cette compréhension, ont été développées à ce jour.

La première concerne l'étude des opérations de prises d'informations visuelles extraites par le sujet pour analyser et comprendre la situation. Ces opérations qui peuvent être qualifiées de psychosémantiques sont destinées à renseigner le sujet sur la signification de la situation à laquelle il participe.

Celles-ci résultent de la mise en jeu d'une gestion cognitive de recherche d'indices pertinents nécessaires à l'action en cours et contribuent principalement à étayer l'activité décisionnelle du sujet.

La seconde concerne l'étude des opérations de prises d'informations visuelles par l'intermédiaire desquelles le sujet agit. Ces opérations, qualifiées de psychosensorimotrices, sont destinées à assurer les fonctions d'échange moteur entre l'individu et le milieu physique. Elles constituent le support fonctionnel du mouvement en assurant l'efficacité de son contrôle et de son déroulement.

L'exemple fourni par l'activité d'un joueur de sport collectif illustrera cette distinction. Ainsi, d'une part l'analyse des prises d'informations visuelles psychosémantiques permettra d'identifier les différentes informations nécessaires au joueur pour comprendre la situation et planifier sa réponse - passe-course avec ou sans la balle - tir au but - etc. ; d'autre part, l'étude des prises d'informations visuelles psychosensorimotrices permettra de connaître les mécanismes visuo-moteurs assurant l'exécution de la réponse choisie par le joueur. Les deux orientations de recherche ont été inégalement développées à ce jour. L'étude des opérations psychosémantiques a suscité un certain nombre de travaux de recherche à partir desquels une synthèse originale pourra être présentée ici. A l'opposé, l'analyse des mécanismes psychosensorimoteurs est beaucoup moins classique. On ne pourra ainsi relater que deux études utilisant cette méthodologie et consacrées à ce type de recherche.

Cependant, pour comprendre les résultats les plus pertinents qui ont été apportés, il est nécessaire d'évaluer la spécificité de l'activité sportive. Contrairement aux tâches de résolution de problèmes à solution unique, une situation sportive unique ne donne pas lieu à une seule réponse mais à des solutions motrices différentes. Le choix de l'une d'entre elles est conditionné par le niveau de compétence de l'exécutant. Par ailleurs, quelle que soit la nature des variables liées à la tâche étudiée et au niveau de pratique du sujet, la solution la plus efficace doit toujours répondre à un critère de rapidité d'exécution. Ainsi le choix d'une réponse donnée, la nature de l'activité perceptuelle visuelle mise en jeu et la durée nécessaire au déclenchement de l'action devront toujours être étudiés en référence à l'interaction des caractéristiques concernant la nature de l'activité, et celles concernant les dispositions propres à l'exécutant.

I - L'INFORMATION PSYCHOSÉMANTIQUE

L'étude comparée de l'activité perceptive visuelle de sportifs de différents niveaux de pratique démontre une évolution qualitative qui concerne la nature des informations traitées et quantitative qui affecte leur durée de consultation. Ainsi l'analyse de l'activité perceptive visuelle de gardiens de but de hockey sur glace de niveaux de compétence différents (Bard, 1982) montre que les sujets experts, quelle que soit la nature du tir à intercepter (tir frappé ou tir balayé), regardent plus le bâton que la rondelle (65 % et 35 % de consultations). A l'opposé les gardiens débutants changent de stratégie informationnelle selon la nature du tir. Ils regardent

plus la rondelle que le bâton lors d'un tir frappé (70 % et 30 % de consultations) et inversement lors d'un tir balayé (87 % et 13 % de consultations). Ce résultat, qui illustre le fait que la nature des informations regardées dépend du niveau de compétence, démontre par ailleurs que les sujets les plus experts ont clairement identifié les indices pertinents, nécessaires à la levée de la double incertitude spatiale de localisation du tir, et temporelle de son déclenchement. A l'opposé, la prospection visuelle des gardiens débutants semble plus tributaire du pouvoir attractif de certains éléments que d'un projet informationnel parfaitement défini.

Dans une étude en cours effectuée en tennis de table nous avons observé un fait similaire dans l'analyse des consultations de joueurs débutants et experts au cours d'échanges de balles en coup droit. En effet, sur frappe adverse, le joueur débutant dirige son regard vers le couple balle/raquette, qui présente un pouvoir attractif certain, alors que les pongistes experts positionnent leur regard légèrement au-dessus du filet en position intermédiaire entre la localisation du point de contact raquette/balle et la localisation présumée du point de contact balle/table. Ce comportement informationnel résulte bien d'une élaboration cognitive sous-tendant l'organisation de l'exploration visuelle. Il est rendu nécessaire, à la fois par les caractéristiques propres de la tâche et par les limites du fonctionnement de l'appareil oculomoteur du joueur, rendant inopérant la poursuite visuelle de la balle, compte tenu de sa vitesse de déplacement. Dans cette condition, l'activité cognitive prépare la prise d'information visuelle chargée d'extraire les caractéristiques spatio-temporelles de déplacement de la balle à partir d'indices pertinents. Ceux-ci sont extraits principalement des contacts raquette/balle/table. Si la rapidité de la réponse - garante de la victoire - dépend de l'aptitude du sportif à sélectionner les seuls indices nécessaires à l'action exécutée, elle doit de même impliquer nécessairement une réduction temporelle des consultations visuelles effectuées sur ces indices. Cette dernière condition affecte conjointement le nombre des consultations, de même que leur durée.

a) Le nombre de consultations nécessaires à la résolution d'un problème tactique en sport a été étudié par Bard et Fleury (1976). Des diapositives représentant des scènes de basket-ball étaient présentées à des joueurs experts et débutants. Chaque diapositive présentait une situation-problème qu'il fallait identifier dans le minimum de temps. Les résultats ont montré que, quel que soit le niveau de complexité de la tâche, les joueurs expérimentés présentaient toujours un nombre de fixations visuelles moins important que les débutants.

b) La durée des consultations est conditionnée par le temps nécessaire au sujet pour identifier la situation et déclencher la réponse. En escrime, Bard, Guézennec et Papin (1980) ont montré que la durée moyenne de chaque consultation est plus courte chez les experts que chez les débutants (1,02 s et 1,30 s). On ne peut comprendre cette évolution caractéristique des modalités de prises d'informations associée au niveau de compétence qu'en référence aux processus cognitifs qui la sous-tendent.

1) **L'attente pré-perceptive** détermine l'attitude préparatoire du sujet face à la tâche qui lui est proposée. Cette préparation, qui porte sur l'évaluation des informations nécessaires à la production de la réponse et l'estimation probabiliste de leur apparition, conditionne la rapidité de détection et d'analyse des signaux pertinents. Comme l'ont bien montré Keller, Hennemann et Alegria (1979), cette identification d'informations pertinentes est le résultat de l'expérience du sujet qui apprend à détecter les signaux et à associer les couples stimulus-réponses les plus performants. Il s'agit bien là d'une stratégie pré-perceptive d'extraction de signaux, définie par un projet et organisatrice d'une grille d'analyse (Ripoll, 1979). Cependant il faut remarquer que cette grille d'analyse ne résulte pas toujours d'une activité opératoire consciente et clairement objectivée par l'exécutant. On peut en effet montrer que plus l'activité est rapide, plus l'exécutant ignore la nature des opérations visuelles qu'il accomplit.

Ayant nous-mêmes régulièrement confronté les résultats de nos enregistrements à l'estimation subjective que le sujet lui-même a de sa stratégie visuelle personnelle, il nous est apparu très clairement l'existence d'un décalage marquant entre l'activité représentée et l'activité réelle. Keller, Hennemann et Alegria (1979) avaient déjà montré que si les gardiens de but de football - fussent-ils du plus haut niveau - exécutent l'arrêt d'un tir de penalty sur la base d'une série d'opérations de traitement de l'information qui a pu être identifiée - orientation de la course d'élan du buteur, ouverture du bras opposée à la direction du tir, pose de la jambe d'appui, etc. - , ils considèrent cependant que leur activité repose sur une organisation décisionnelle strictement aléatoire, et ne résulte pas de l'analyse de signaux émis par le tireur.

Cette distorsion entre activité représentée et activité réelle est bien compréhensible en sport, dans la mesure où ces activités, du fait de leur grande vitesse d'exécution, se déroulent essentiellement sur un registre de fonctionnement infra-verbal, excluant par là même toute forme de raisonnement hypothético-déductif-verbal, au cours de l'exécution. Les techniques d'enregistrement du regard prennent alors une importance capitale dans la mesure où elles permettent d'identifier clairement les indices qui ont nourri l'action du sujet, quelquefois à l'insu même de l'exécutant.

2) **L'analyse inter-événementielle** concerne l'aptitude du sujet à extraire le lien circonstanciel existant entre les différents éléments dynamiques du champ. Nous avons montré (Ripoll, 1979) que dans une tâche d'identification de situations de basket-ball, cette analyse inter-événementielle des joueurs experts se distingue de l'analyse visuelle ponctuelle des joueurs débutants. Ceux-ci procèdent à une collecte point par point, portant sur chacune des informations. L'établissement du lien de causalité circonstancielle entre les différents éléments de la scène perçue confère à ceux-ci une redondance telle qu'il devient alors possible de réduire en nombre et en durée les différentes informations visuelles pour les concentrer sur les éléments les plus informationnels, sans pour autant affecter la qualité de cette information. Cette stratégie cognitive de prospection visuelle est conditionnée par la rapidité de l'échange, c'est-à-dire du temps accordé au sujet pour s'informer. Ainsi peut-on considérer que plus cette durée est réduite, plus le sujet devra focaliser son regard vers certains points particulièrement informationnels pour ne procéder à partir de cette référence qu'à de brèves incursions visant autant à l'informer qu'à confirmer, selon l'hypothèse de Lévy-Schoen (1976), des informations l'ayant alerté en vision périphérique. C'est ce qui ressort des enregistrements réalisés en tennis de table où nous constatons que le joueur focalise son regard vers un point virtuel d'équilibre intermédiaire, à partir duquel il procède à de très rapides orientations du regard vers d'autres éléments d'information - adversaire-raquette-balle. De même le schéma du patron de prospection visuelle mis en évidence chez l'escrimeur (fig. 1) (Bard et coll. 1980), montre une concentration du regard vers la coquille, à partir duquel l'escrimeur balaye très rapidement les autres éléments informationnels présents dans son champ visuel.

Cette procédure d'exploration visuelle tient compte à la fois des caractéristiques spatiales et temporelles du problème posé ; les premières concernent la localisation des différentes informations pertinentes présentes dans le champ visuel, les secondes concernent le temps attribué au sujet pour effectuer sa réponse. Elle est en rapport avec le niveau d'expertise du sujet, c'est-à-dire du degré d'automatisation de sa réponse. Ce constat doit être rapproché de l'étude de Hennemann (1971) sur une épreuve de temps de réaction de choix au cours de laquelle le sujet devait appuyer sur un clavier comportant cinq touches en réponse à un signal numérique correspondant (1, 2, 3, 4, 5). L'étude montre que le positionnement de la main, préparatoire au transport vers la touche, est déterminé par la probabilité d'apparition des signaux. A savoir, un retour systématique de la main au centre du clavier après chaque réponse dans le cas d'équiprobabilité d'apparition ou à un positionnement anticipé de la main vers la touche ou le groupe de touches concerné dans le cas de non équiprobabilité de la distribution

des signaux. De même l'étude de Bard et coll. (1976) sur la reconnaissance de scènes de basket-ball montre que la principale différence structurale du patron de prospection visuelle experts/non experts réside dans l'utilisation plus importante chez les experts d'un espace vide situé au centre de la scène présentée et ne comportant aucun élément particulier. Nous pouvons alors supposer que cette stratégie exploratoire rend compte d'une spatialisation du regard destinée à assurer une recherche plus efficace et économique, compte tenu de la double urgence spatiale et temporelle de la tâche. Ce comportement typique des sportifs experts permet de traiter un maximum d'informations provenant de territoires spatiaux distincts dans le minimum de temps.

II - L'INFORMATION PSYCHOSENSORIMOTRICE

L'information visuelle joue un rôle prépondérant dans la réalisation et le contrôle du mouvement, notamment dans l'exécution des gestes de haute précision. La technique photo-oculographique utilisée présente à cet égard un réel intérêt puisque, grâce au couplage vidéo de l'enregistrement des mouvements de l'oeil et des mouvements du corps, par rapport à l'environnement, elle permet d'étudier le comportement exploratoire d'un sujet non seulement en référence à son axe corporel mais principalement en référence à l'espace environnant. Ce procédé ne limite plus les enregistrements aux seules situations d'immobilité du sujet et autorise en conséquence une autonomie de déplacement satisfaisante. Nous l'avons donc utilisé en basket-ball et en tir au pistolet pour étudier le fonctionnement de l'appareil visuel et les conditions de mobilisation de celui-ci en relation avec la précision du tir.

Ces études à caractère essentiellement psychomoteur, imposent cependant d'associer à l'enregistrement oculographique fourni par le NAC un second enregistrement magnétoscopé rendant compte de l'activité motrice développée par l'exécutant pendant le temps où est enregistrée la direction de son regard. Ces deux enregistrements sont nécessairement synchronisés avec incrustation simultanée d'une base de temps sur les deux images (Ripoll, Simonet, Menant et Papin, 1981).

En comparant ces deux types de paramètres, nous avons pu ainsi montrer que la qualité de la centration du regard sur la cible, dans le tir au basket-ball, contribue autant à assurer les fonctions de localisation de la cible - comme cela a été déjà montré précédemment - qu'à être utilisé comme un support directionnel pour l'ensemble des activités cinétiques de mobilisation du corps en vue de l'exécution du tir (Ripoll, Bard, Paillard et Grosgeorge, sous presse). Cette dynamique des opérations de coordination oculo-céphalo-corporelle a été étudiée dans l'exécution de différentes phases critiques du tir : attrapé de balle, repérage de la cible, orientation du corps vers la cible, activité propulsive, lâcher de balle. Nous avons montré que les prises d'informations visuelles nécessaires à la « double fonction de repérage exo- ego-centré » (Paillard et Beaubaton, 1978) de la cible par rapport au corps et du corps par rapport à la cible, comportaient les caractères suivants :

- elles sont d'autant plus précoces que le sujet est expert (experts : 44,85 100e s; débutants : 59,5 100e s) ;
- elles sont effectuées avant même le déclenchement du tir (experts : 19 100e s ; débutants : 10,7 100e s) ;
- elles sont d'autant plus efficaces qu'elles sont associées à une stabilisation concomitante de la tête en direction de la cible ;
- elles sont qualitativement inefficaces chez le débutant puisque dans 28 % des cas ceux-ci déclenchent le tir sans avoir au préalable localisé la cible.

On constate d'autre part, chez ces joueurs novices, l'existence de petits déplacements visuels,

véritables saccades oculaires destinées à amener le regard en direction de la cible, traduisant plus un tâtonnement qu'une véritable exploration visuelle du débutant.

On constate de même une erreur de centration finale du regard vers la cible qui démontre la difficulté majeure que peut rencontrer un sujet naïf dans des conditions de sollicitation inhabituelle de son appareil oculo-moteur. Il apparaît donc que ce comportement manifeste remarquablement autant la difficulté d'intérioriser les propriétés de l'espace dans lequel évolue le sujet - dont rendent compte les saccades exploratoires - que celle d'intérioriser les propriétés de l'organe chargé d'opérer l'ingestion informationnelle - dont rendent compte les erreurs de centration. Cette double intériorisation - au sens défini par Pailhous (1975) - démontre bien dans ce cas comment interagissent les fonctionnements biologique et cognitif du système informationnel dans la résolution d'activité psychosensorimotrice.

L'étude en cours sur le tir au pistolet est destinée à étudier les modalités d'organisation et d'utilisation des informations visuelles dans la précision du tir chez des tireurs de différents niveaux de pratique. Les tâches étudiées sont :

- le tir de vitesse, qui concerne les tirs effectués coup par coup en temps limité (3 s) déterminé par la durée d'apparition de la cible ;
- le tir de vitesse olympique, qui concerne des tirs (cinq) effectués successivement sur cinq cibles distinctes dont la durée d'apparition est variable (8 s, 6 s, 4 s).

L'utilisation de l'oculomètre nous a permis dans un premier temps d'identifier les différentes phases critiques d'organisation de la prise d'information visuelle. Dans le tir de vitesse, ces phases sont au nombre de quatre. Elles concernent : 1) la localisation de la cible ; 2) le transport de l'arme et son assistance visuelle en vue de l'amener en direction de la cible ; 3) la stabilisation et le codage directionnel des différents « éléments » impliqués dans le tir - regard/tête/arme ; 4) le lâcher.

Dans le tir de vitesse olympique on doit ajouter à ces quatre phases celle permettant les passages (au nombre de quatre) d'une cible, à la suivante.

Nos enregistrements démontrent que la stabilisation du regard ou « ancrage visuel » (Papin, 1980) sur les différents éléments informationnels - cible -organe de visée - subit avec la pratique une amélioration qualitative qui conditionne très certainement la précision du tir. Cependant cette fonction essentiellement motrice de l'appareil visuel ne peut toutefois être étudiée indépendamment des options stratégiques que le tireur élabore consciemment ou non pour exécuter son tir.

Il paraît ainsi que l'information psychosémantique est pour une large part dépendante de l'aptitude du sujet à ingérer des informations utiles et à les transformer en action et réciproquement Ceci est particulièrement le cas dans les activités sportives où il est clair qu'une information ne devient pertinente qu'à partir du moment où le sujet apprend à l'intégrer dans son action. Cependant la distinction proposée entre informations psychosémantique et psychosensorimotrice ne peut se limiter à une simple fonction de classification. Elle permet de distinguer de manière opérationnelle les informations destinées à identifier et celles destinées à agir, tout en considérant leur interaction. Le support fonctionnel de ce double système de traitement des informations est maintenant clairement établi, tant en ce qui concerne les modalités de fonctionnement des entrées sensorielles visuelles (Jeannerod, 1974) qu'en ce qui concerne les modalités de fonctionnement des sorties motrices (Paillard, 1971, 1974, 1978). La distinction entre un « espace des formes » où s'effectuent principalement les opérations d'identification et de reconnaissance supportant l'activité décisionnelle et un « espace des lieux

» où s'exécutent les activités de localisation, de manipulation et de transformation (Paillard, 1974, 1978) est particulièrement féconde en sport où elle peut servir de cadre méthodologique et conceptuel à l'observation et à l'étude des comportements moteurs. A notre sens, la pertinence des études concernant l'analyse du comportement moteur engagé dans des conduites significatives doit nécessairement tenir compte de ces mécanismes distincts et de leur interaction.

L'exemple du tir au pistolet illustre remarquablement ce point de vue. Alors que la priorité d'étude a été classiquement attribuée à la phase terminale du tir permettant l'alignement - tout théorique d'ailleurs - de l'oeil, de l'arme et de la cible, nous montrons (travaux en cours) que ce mécanisme fonctionnel vestibulo-oculaire de coordination oculo-céphalo-brachial est soutenu par une activité cognitive hautement élaborée préparant et assistant ces différentes opérations.

La figure 2 montre en effet :

- que la chronologie des différentes opérations de centrage de l'oeil sur chaque élément informationnel s'inscrit à l'intérieur d'une véritable planification spatiale et temporelle d'exécution. Pour ce sujet, cette chronologie, toujours identique d'un essai à l'autre, concerne successivement : Y, F, J, U, T, Q (voir légende de la figure) ;
- que l'activité stratégique perceptive de chaque sujet présente une organisation qui lui est personnelle.

Ce dernier point est particulièrement important car il démontre que chaque tireur a sélectionné sa propre stratégie informationnelle. Un résultat analogue ressort de l'analyse des stratégies oculo-manuelles mises en jeu dans l'exécution du tir de vitesse olympique. En effet l'étude des comportements informationnels de cinq des meilleurs tireurs français met en évidence trois modalités distinctes de coordination oculo-manuelle, pour passer d'une cible à l'autre. Celles-ci concernent :

- le déplacement en synergie du regard et de l'arme d'une cible vers la suivante ;
- la précession d'une saccade visuelle en direction de la cible suivie d'un transport de l'arme sur l'axe du regard ;
- la précession du transport de l'arme vers la cible suivie d'une saccade visuelle destinée à assurer le positionnement terminal de l'arme.

La diversité des mécanismes d'exploration visuelle mis en jeu dans ces activités pose de manière aiguë la question des conditions d'apprentissage qui ont déterminé ces comportements. Il est probable que ces différences témoignent plus de l'absence d'une véritable éducation perceptuelle du tireur que de dispositions personnelles des sujets eux-mêmes. L'absence d'un véritable schéma d'apprentissage qui peut être tenue pour responsable de cette polymodalité fonctionnelle est clairement manifestée par les entretiens dont ont fait l'objet ces tireurs.

Ces entretiens démontrent que ces processus informationnels sont souvent méconnus par les tireurs, même si, très subjectivement, ceux-ci leur accordent une importance capitale.

Nous pouvons penser que ce constat ne se limite pas aux seules activités étudiées jusqu'alors. Cependant il est à prévoir que l'utilisation des techniques d'enregistrements oculo-graphiques va progressivement contribuer à identifier les mécanismes visuels mis en jeu et permettre une objectivation précise de ceux-ci.

Il sera alors possible à l'entraîneur de proposer un aménagement pédagogique des situations d'apprentissage conforme aux exigences mêmes de la tâche. Comme l'ont montré Papin,

Guézennec et Ripoll (1982), l'illustration des consignes d'apprentissage par la démonstration des stratégies de prises d'information des sportifs d'élite et la possibilité pour le sportif de visualiser son propre comportement visuel contribueront puissamment à améliorer la pédagogie des activités physiques et sportives.

BIBLIOGRAPHIE

BARD, Ch. (1982). - La prise d'information visuelle et la préparation de l'action, in AZEMAR, G. et RIPOLL, H. (eds), Neurobiologie des comportements moteurs, Paris, INSEP, p. 181-194.

BARD, Ch. et FLEURY, M. (1976). - Analysis of visual search activity during sport problem situations, *Journal of Human Movement Studies*, 3, 214-222.

BARD, Ch., GUÉZENNEC, Y. et PAPIN, J.-P. (1981). - Analyse de l'exploration visuelle en escrime, *Académie d'Armes*, 13, 7-26.

HENNEMANN, M. C. (1971). - Kinematics and Tactics of the hand motor preparation in a serial choice task. *Medicine and Sport*, § 6 : Biomechanics II, Basel, Karger, p. 318-322.

JEANNEROD, M. (1974). - Les deux mécanismes de la vision, *La Recherche*, 41, 23-32.

KELLER, D., HENNEMANN, M. C. et ALEGRIA, J. (1979). - Analyse des ajustements préparatoires spécifiques à l'exécution d'un geste sportif, *Education physique et Sport*, 155, 6-9.

LÉVY-SCHOEN, A. (1976). - A propos de l'exploration visuelle. Journées thématiques de Forum Espace II, Abstract des communications, Marseille, Doc. ronéo.

MACKWORTH, J. F. and MACKWORTH, N. H. (1958). - Eye fixations recorded on changing visual scenes by the TV eye marker, *Journal of the Optical American Society*, 48, 7, 439-445.

PAILHOUS, J. (1975). - Influence de la modalité visuelle sur l'élaboration cognitive de relations spatiales : quelques réflexions, *Psychologie française*, 20, 17-23.

PAILLARD, J. (1971). - Les déterminants moteurs de l'organisation de l'espace, *Cahiers de Psychologie*, 14, 4, 261-316.

PAILLARD, J. (1974). - Le traitement des informations spatiales, in *De l'espace corporel à l'espace écologique*, Paris, PUF, p. 7-54.

PAILLARD, J. et BEAUBATON, D. (1978). - De la coordination visuo-motrice à l'organisation de la saisie manuelle, in HÉCAEN, H. et JEANNEROD, M. (eds), *Du contrôle de la motricité à l'organisation du geste*, Masson, Paris, p. 225-260.

PAPIN, J.-P. (1980). - « Communication au symposium sur la direction du regard », INRIA, janvier 1980 communication non publiée.

PAPIN, J.-P., HERNANDEZ, P. et METGES, C. (1981). - L'exploration visuelle de radiographies du thorax, *Rapport GERMA*, 8112 LOBA, 73 p.

PAPIN, J.-P., GUÉZENNEC, Y. et RIPOLL, H. (1982). - « Intérêt des enregistrements de la direction du regard pour améliorer la formation des sportifs », *Communication au He Congrès*

national scientifique de la Société française de Médecine du Sport, Caen.

RIPOLL, H. (1979). - Le traitement de l'information de données visuelles dans les situations tactiques en sport. L'exemple du basket-ball, Travaux et Recherches en EPS, INSEP, 4, 99-104.

RIPOLL, H., SIMONET, P., MENANT, G. et PAPIN, J.-P. (1981). - Analyse des informations visuelles en situation sportive, Education physique et Sport, 169, 70-72.

RIPOLL, H., BARD, Ch., PAILLARD, J. et GROSGEORGE, B. - Caractéristiques de la centration de l'oeil et de la tête sur la cible et son rôle dans l'exécution du tir en basket-ball, Actes du Ve Congrès international de Psychologie du Sport, Ottawa, Canada.

Fig. 1. - Patron de prospection visuelle et pourcentage de passage du regard d'un point à un autre (d'après BARD, GUEZENNEC et PAPIN, 1981).

Chaque lettre représente un secteur de l'espace où l'escrimeur a orienté son regard. L'épaisseur du trait entre deux secteurs est proportionnel au nombre d'échanges directs entre deux points.

Le chiffre figurant en surimpression sur le trait indique le nombre d'échanges (seuls les pourcentages égaux ou supérieurs à 1 sont représentés). Ils correspondent à 94 % d'échanges).

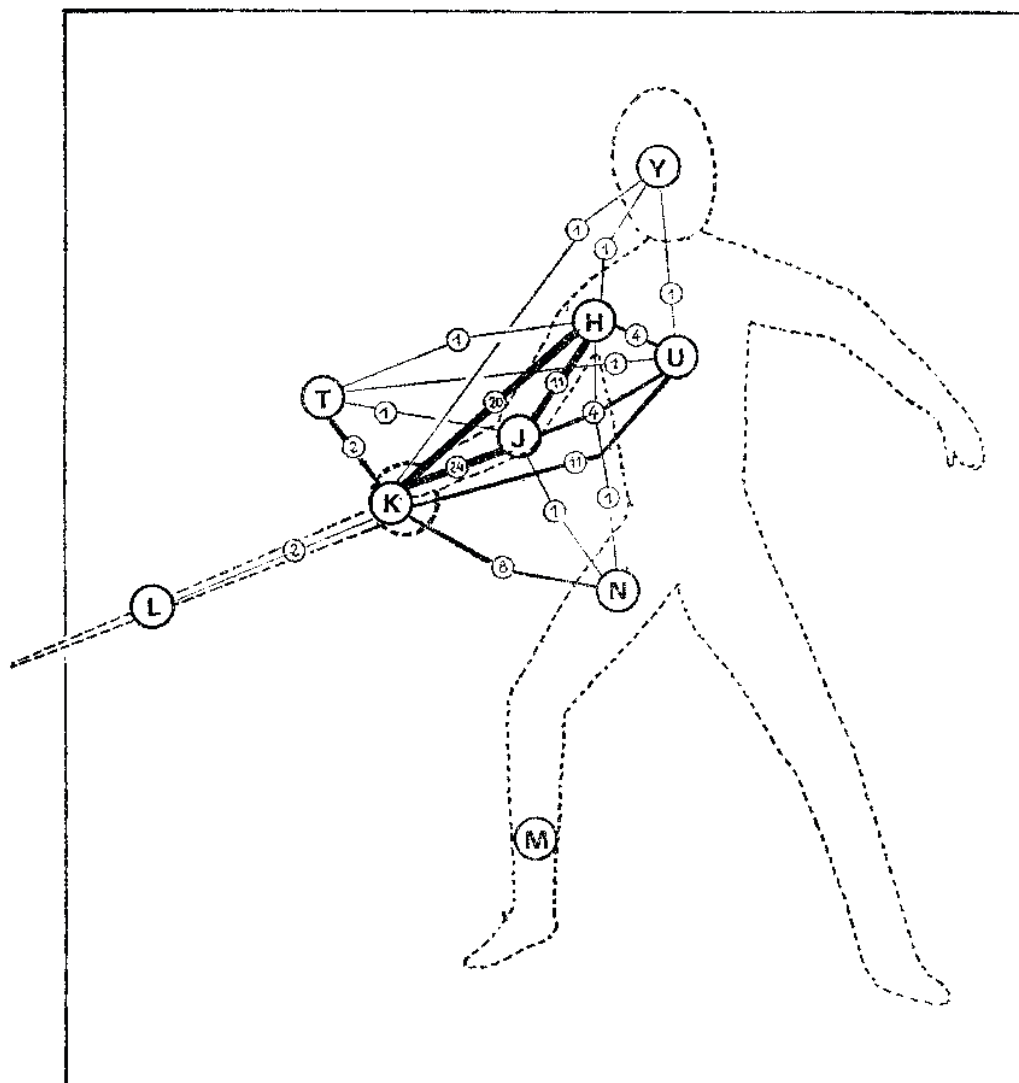


Fig. 2. - Chronologie des différentes centrations du regard au cours de l'exécution de cinq tirs successifs au pistolet de vitesse (au 100^e de seconde)

Y : Orientation du regard vers la cible, précédant l'apparition de celle-ci.

U : Stabilisation du couple oeil-arme sur la cible.

T : Tir.

Q : Déplacement du regard en dehors de la cible (après le tir).

J : Mobilisation synergique de l'oeil et de l'arme en direction de la cible.

F : Positionnement de l'oeil en attente du déplacement vers le haut de l'arme vers la cible.

(Voir commentaires dans le texte)

