



HAL
open science

Analyse des comportements exploratoires visuels des pongistes de haut niveau

Hubert Ripoll, Philippe Fleurance, Daniel Cazeneuve

► **To cite this version:**

Hubert Ripoll, Philippe Fleurance, Daniel Cazeneuve. Analyse des comportements exploratoires visuels des pongistes de haut niveau. 1986. hal-01969393

HAL Id: hal-01969393

<https://insep.hal.science//hal-01969393>

Preprint submitted on 4 Jan 2019

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

INSTITUT NATIONAL DU SPORT
ET DE L'EDUCATION PHYSIQUE

11, AVENUE DU TREMBLAY
75012 PARIS

FEDERATION FRANCAISE DE
TENNIS DE TABLE

LABORATOIRE DE NEUROSCIENCES
DU SPORT

RIPOLL HUBERT
FLEURANCE PHILIPPE
CAZENEUVE DANIEL

**ANALYSE DES COMPORTEMENTS
EXPLORATOIRES VISUELS
DES PONGISTES DE HAUT NIVEAU**

**EXCLU
DU
PRET**

15401*

AS H3 INS a

MARS 1986



Cette étude a fait l'objet d'un contrat de recherche entre l'Institut National du Sport et de l'Education Physique et la Fédération Française de Tennis de Table.

Ont participé à cette recherche :

I.N.S.E.P.:

- Laboratoire de Neurosciences du Sport :

Hubert RIPOLL - Responsable du laboratoire.

Philippe FLEURANCE - Professeur agrégé d'Education Physique,

Stagiaire de Doctorat S.T.A.P.S. auprès du Laboratoire.

- Laboratoire de Mesure :

Alain MOREAUX - Responsable du laboratoire.

Philippe MOREAUX - Stagiaire auprès du laboratoire.

Fédération Française de Tennis de Table :

Daniel CAZENEUVE - Conseiller Technique Régional a assuré le suivi de l'étude et les conseils techniques.

Claude BERGERET - Responsable du Haut Niveau - I.N.S.E.P.

Régis CANOR - Entraîneur National

Philippe MOLODZOFF - Entraîneur National

Nadine DAVIAUX - Internationale

Patrice BIROCHEAU - International

François FAROUX - International

Bruno PARIETTI - International

Patrick RENVERSE - International

Ce document doit être considéré comme un "rapport intermédiaire". Il rend compte d'une première étude réalisée avec une population de joueurs de niveau International.

Une étude complémentaire réalisée avec une population de joueurs de niveau national est en cours

ANALYSE DES COMPORTEMENTS EXPLORATOIRES VISUELS DES PONGISTES DE HAUT NIVEAU

I - INTRODUCTION

II - METHODOLOGIE

- 2₁ L'exploration visuelle,
- 2₂ La construction du geste,
- 2₃ Description des épreuves,
- 2₄ Population,
- 2₅ Analyse,
- 2₆ Paramètres étudiés.

III - RESULTATS

3₁ Description des stratégies visuelles.

3₁₁ Coup droit régularité

- 3₁₁₁ Diagrammes des comportements visuels exploratoires,
- 3₁₁₂ Valeurs remarquables,
- 3₁₁₃ Commentaires.

3₁₂ Revers Régularité

- 3₁₂₁ Diagrammes des comportements visuels exploratoires,
- 3₁₂₂ Valeurs remarquables,
- 3₁₂₃ Commentaires.

3₁₃ Top Spin

- 3₁₃₁ Diagrammes des comportements visuels exploratoires,
- 3₁₃₂ Valeurs remarquables,
- 3₁₃₃ Commentaires.

3₁₄ Jeu Libre

- 3₁₄₁ Diagrammes des comportements visuels exploratoires,
- 3₁₄₂ Valeurs remarquables,
- 3₁₄₃ Commentaires.

3₂ Analyse du mouvement : quelques remarques.

3₂₁ Durée des différentes phases du geste

3₂₂ Le déclenchement du coup

IV - DISCUSSION

V - CONCLUSION

VI - BIBLIOGRAPHIE

I - INTRODUCTION

Cette recherche avait pour objet d'étudier les comportements exploratoires visuels du pongiste. La rapidité des échanges (de 800 ms à 1000 ms en moyenne) nécessite des capacités d'extractions des indices pertinents particulièrement adaptées. Ces capacités sont sous-tendues par des stratégies d'analyse qui chez les athlètes du plus haut niveau, sont optimisées. L'analyse des comportements exploratoires visuels illustre remarquablement les "solutions" originales élaborées par ces joueurs.

Le pongiste doit résoudre deux types de problèmes :

- 1) Comprendre la signification du coup effectué par l'adversaire. Cette opération le conduit à :
 - a) repérer dans un espace de jeu connu les modifications des positions :
 - du joueur adverse par rapport à la table,
 - de l'adversaire : position relative de la tête, du bras, de l'avant bras, du poignet et de la raquette,
 - de la balle par rapport aux éléments caractéristiques du milieu (plateau, rebonds, filet) ;
 - b) identifier les caractéristiques cinématiques de la trajectoire de balle pour lever de façon probabiliste la triple incertitude:
 - incertitude spatiale : Où va la balle ?
 - incertitude temporelle : Quand va-t-elle y parvenir ?
 - incertitude événementielle : Comment se déplace-t-elle ?

- 2) Agir c'est à dire faire coïncider la raquette et la balle à un point déterminé par les opérations précédentes. La frappe de balle s'effectue par l'intermédiaire de la raquette. La configuration même de cet "outil" permettant de préserver la mobilité fonctionnelle de l'articulation du

poignet, souligne la nécessité d'une précision temporelle et spatiale. L'orientation du plan de la raquette par rapport à la trajectoire de balle est importante pour renvoyer la balle sur la table à un point déterminé par la stratégie de jeu et avec une cinématique adaptée. Cette frappe de balle sollicite les différentes opérations mises en jeu dans les coordinations visuo-manuelles.

Les contraintes de temps et de précision vont amener les joueurs à anticiper et à opérer des choix :

- soit prendre le maximum de temps pour traiter les informations permettant de comprendre la situation,
- soit prendre le maximum de temps pour mettre en place un geste précis.

Différentes questions sont issues de cette analyse :

- Est-il réellement nécessaire, comme les recommandations classiques le suggèrent, de regarder la balle pendant toute la trajectoire ?
- Est-il nécessaire de fixer la balle du regard au moment de la frappe ?
- Comment répartir au mieux les fixations visuelles destinées à comprendre et celles destinées à agir ?
- Quelle est la complémentarité vision centrale - vision périphérique ?
- Quelles sont les ultimes informations visuelles qui servent à "décider" et à déclencher l'exécution du mouvement ?
- Le geste peut-il être modifié en cours d'exécution ? et à quelles conditions ?

Pour répondre à ces différentes questions, trois situations ont été étudiées.

Jeu en régularité : Coup droit et revers : l'échange en régularité réduit les incertitudes évoquées plus haut ; l'activité du pongiste s'effectue en situation d'incertitude minimum. Cependant les exigences temporelles demeurent et sont plus fortes en revers qu'en coup droit.

Jeu en précision et en régularité : Top spin. Il s'agit d'une action de "frotter par en dessus" à l'aide de la raquette. Dans ces coups à "effet" l'exigence de précision temporelle et spatiale (orientation de la raquette) est plus élevée que lors des frappes franches (A. DUREY et G. de KERMADEC 1984)

Jeu libre : L'activité du pongiste s'effectue en situation d'incertitude maximum.

L'enregistrement des déplacements du regard sur le champ de jeu permet une description de l'exploration visuelle mais aussi une compréhension de la recherche et du traitement de l'information par le joueur en relevant les zones particulières porteuses d'indices significatifs. Nous avons donc analysé les comportements exploratoires visuels du joueur en décrivant les caractéristiques spatiales et temporelles de la vision fovéale. Nous avons alors répondu à trois questions :

- Où regarde le joueur ?
- Quand y regarde-t-il ?
- Combien de temps ?

Nos résultats tout en nous permettant de répondre à ces questions nous renvoient cependant à une étude plus approfondie des mécanismes psychophysiologiques impliqués dans ces opérations.

II - METHODOLOGIE

Deux prises de vue ont été effectuées simultanément : l'une concernant l'exploration visuelle, l'autre concernant la construction du geste.

2₁ - L'exploration visuelle :

Nous avons utilisé un dispositif vidéo-oculographique d'enregistrement de la direction du regard. L'oeil est éclairé par une source de lumière punctiforme, le spot lumineux réfléchi par la cornée est enregistré en vidéo. Celui-ci est couplé à l'image fournie par une caméra placée en position frontale sur la tête du sujet qui rend compte du champ visuel regardé. L'image finale observée sur le moniteur de contrôle permet d'observer grâce aux déplacements et aux positionnements du V lumineux les différents points de consultation visuel à l'intérieur du champ visuel regardé (système EYE NAC RECORDER). Une base de temps incrustée sur l'image permet une analyse temporelle des différentes consultations. Ce travail a nécessité des modifications de l'oculomètre : augmentation du champ visuel et diminution des contraintes mécaniques du harnais.

2₂ - La construction du geste :

Les déplacements segmentaires du joueur sont enregistrés par une deuxième caméra vidéo placée de 3/4 profil par rapport au bras de frappe. Une base de temps incrustée sur l'image et synchronisée avec celle de la caméra du NAC permet une analyse temporelle du mouvement en relation avec la trajectoire de balle et l'exploration visuelle.

Un système électronique permet de visualiser sur les deux images par un signal lumineux, les impacts balle/raquette et balle/table.

2₃ - Description des épreuves :

Les joueurs ont été enregistrés dans 3 situations et 4 coups :

MATERIEL



Dispositif vidéo-oculographique d'enregistrement de la direction du regard.

DIRECTION DU REGARD



Le " V " indique la direction du regard du joueur étudié.

Régularité : coup droit et revers,
Précision : top spin,
Incertitude: jeu libre.

L'enregistrement a débuté à partir du rebond sur le plateau du joueur opposant pour se terminer 10 échanges plus tard au même endroit.

2₄ - Population :

5 joueurs et joueuses de niveau international et national ont été enregistrés.

2₅ - Analyse :

On procède à une analyse image par image à une précision de ± 20 ms. Les fixations sont caractérisées par leur localisation et leur durée. La synchronisation et l'étude des paramètres étudiés sont assurées par un traitement informatique (MOREAUX, 1985).

2₆ - Paramètres étudiés :

4 paramètres eux-mêmes subdivisés en "événements", ont été étudiés :

- * Trajectoire de balle : 4 événements soit 2 rebonds, 2 frappes
- * Mobilité de la tête : 4 événements soit :

- stable pendant la frappe,
- stable sur l'adversaire,
- flux pendant la trajectoire de balle allant vers le NAC,
- flux pendant la trajectoire de balle allant vers l'adversaire ;

* Construction du geste : 2 événements soit une phase de préparation et exécution,

* Fixation fovéale : 15 évènements possibles ont été relevés à la suite de la pré-expérimentation (Filet, Raquettes, Rebonds, etc...)

Le programme de traitement informatique (1) permet de mettre en évidence d'autres paramètres en particulier :

- le déclenchement du coup par rapport à la trajectoire de balle,
- la stabilité de la tête pendant la frappe.

(1) - Matériel réalisé par A. MOREAUX Laboratoire de Mesures de l'I.N.S.E.P.

III - RESULTATS

3₁ - Description des stratégies visuelles

Les diagrammes de consultations visuelles révèlent les stratégies utilisées par chaque joueur. L'épaisseur des flèches est proportionnelle au nombre de fois où le comportement visuel se produit (maximum 10). Une flèche droite indique un déplacement saccadique du regard. Une flèche courbe indique une glissade lente du regard. Une flèche courbe superposée à la trajectoire de balle correspond à une poursuite visuelle de la balle. Une flèche courbe décalée par rapport à la trajectoire de balle indique que le regard placé au-dessus de la trajectoire se déplace parallèlement à celle-ci.

Quatre situations sont décrites :

3₁₋₁ - COUP DROIT REGULARITE

3₁₋₂ - REVERS REGULARITE

3₁₋₃ - TOP SPIN REGULARITE

3₁₋₄ - JEU LIBRE

Pour chaque situation, nous avons fait figurer :

- 1 - Le diagramme des comportements exploratoires visuels pour chaque joueur ;
- 2 - Les valeurs remarquables analysées sous forme d'histogrammes. Ces valeurs sont données en pourcentage de durée par rapport à la durée totale des 10 échanges ;
- 3 - Un commentaire des données précédentes.

Les numéros des joueurs sont attribués comme suit :

RENVERSE Patrick	Joueur N°1
PARIETTI Bruno	Joueur N°2
DAVIAUD Nadine	Joueur N°3
FAROUX François	Joueur N°4
BIROCHEAU Patrice	Joueur N°5

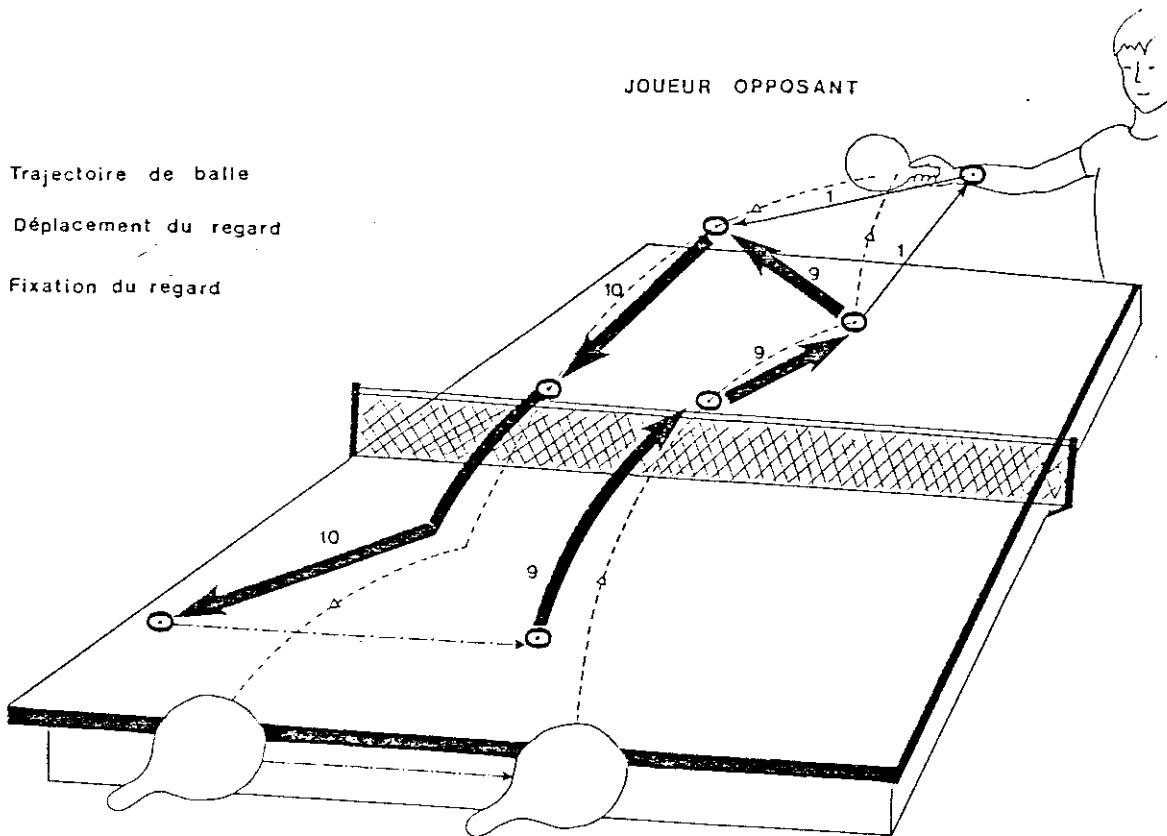
LEXIQUE : Définition des termes utilisés concernant :

LE FONCTIONNEMENT DE L'OEIL

- SACCADE : L'oeil est déplacé rapidement d'un point à un autre. La vitesse maximum est \approx de 30°/sec. Le caractère d'unidirectionnalité et de vitesse de la saccade permet d'évoquer une opération effectuée en Boucle ouverte.
- GLISSADE LENTE : L'oeil est déplacé plus lentement d'un point à un autre ou bien pour suivre la balle. Il s'agit d'un mécanisme asservi visuellement.
- FIXATION : L'oeil est stabilisé sur un point de l'espace. Cette stabilisation dure au moins 20ms.
- OEIL STABLE DANS LA TETE : L'oeil est stabilisé par rapport à la tête. Il peut ainsi être déplacé tout en étant lui-même immobile.
- OEIL EXCENTRE : L'oeil est positionné au-delà d'un angle de 30°. Cette valeur limite est fonction des propriétés de l'oculomètre. Dans ces conditions d'excentricité le V lumineux disparaît de l'écran de contrôle. Il en est de même lorsque les accélérations angulaires de l'oeil sont trop importantes.

³11 - COUP DROIT REGULARITE

³1.1.1. - Diagrammes des comportements exploratoires visuels



JOUEUR OPPOSANT

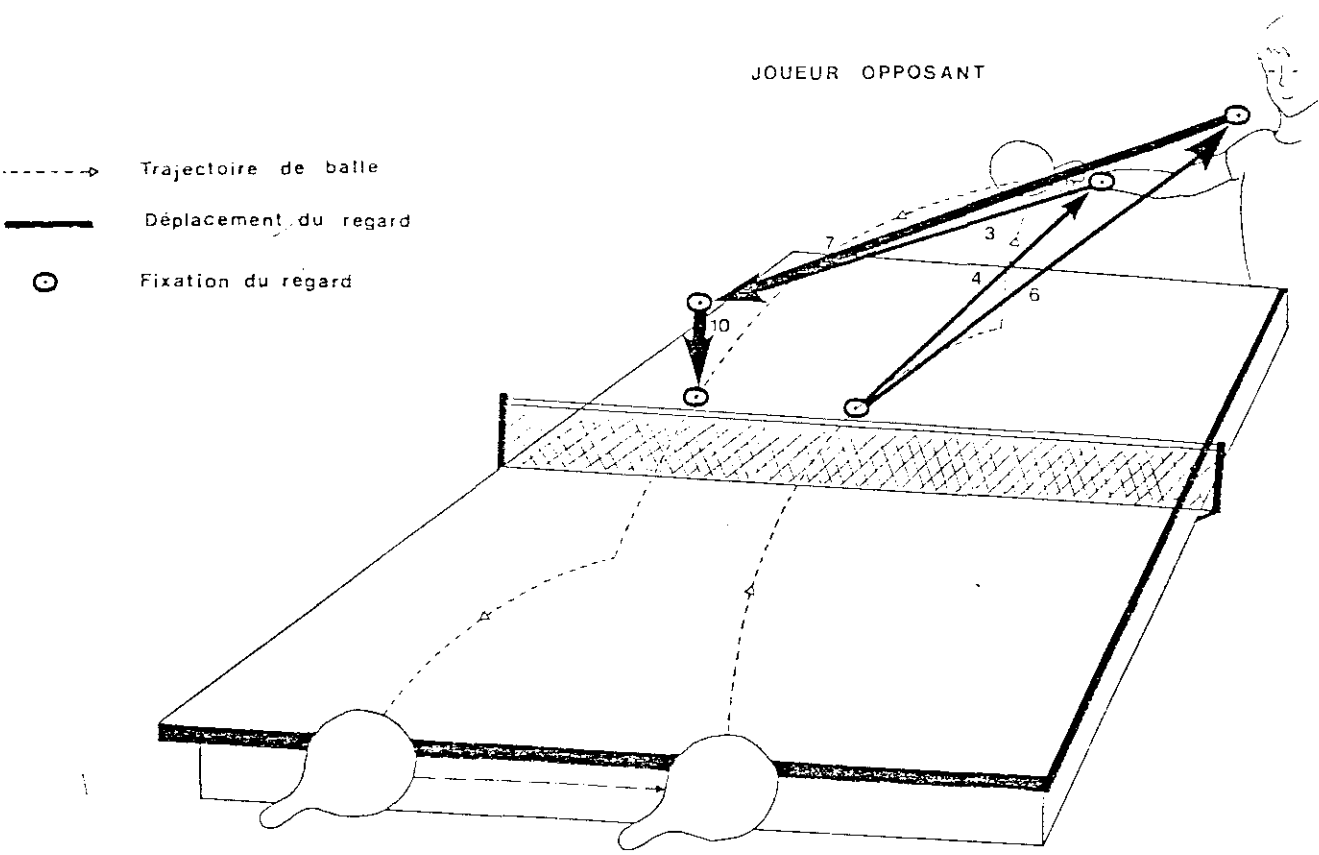
-----> Trajectoire de balle
—————> Déplacement du regard
○ Fixation du regard

JOUEUR ETUDIE

JOUEUR : 1

COUP DROIT REGULARITE

- . suit la balle en vision fovéale dans la plus grande partie de la trajectoire (41,4 % du temps) glissade lente de l'oeil en anticipation.
- . la position de la balle au filet et au rebond est anticipée.
- . lors de la frappe, la position de l'oeil est stable dans la tête.

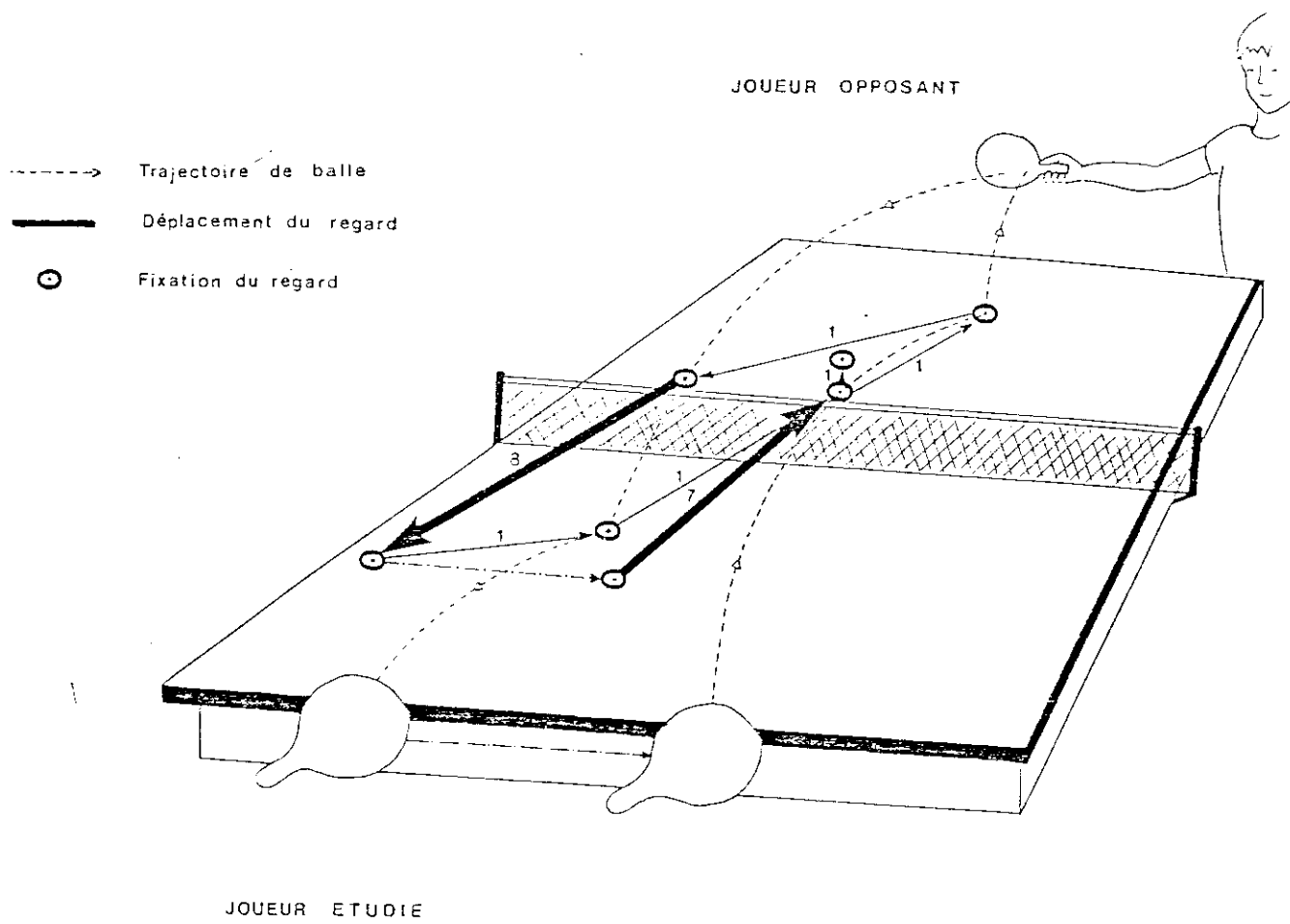


JOUEUR ETUDIE

JOUEUR:2

COUP DROIT REGULARITE

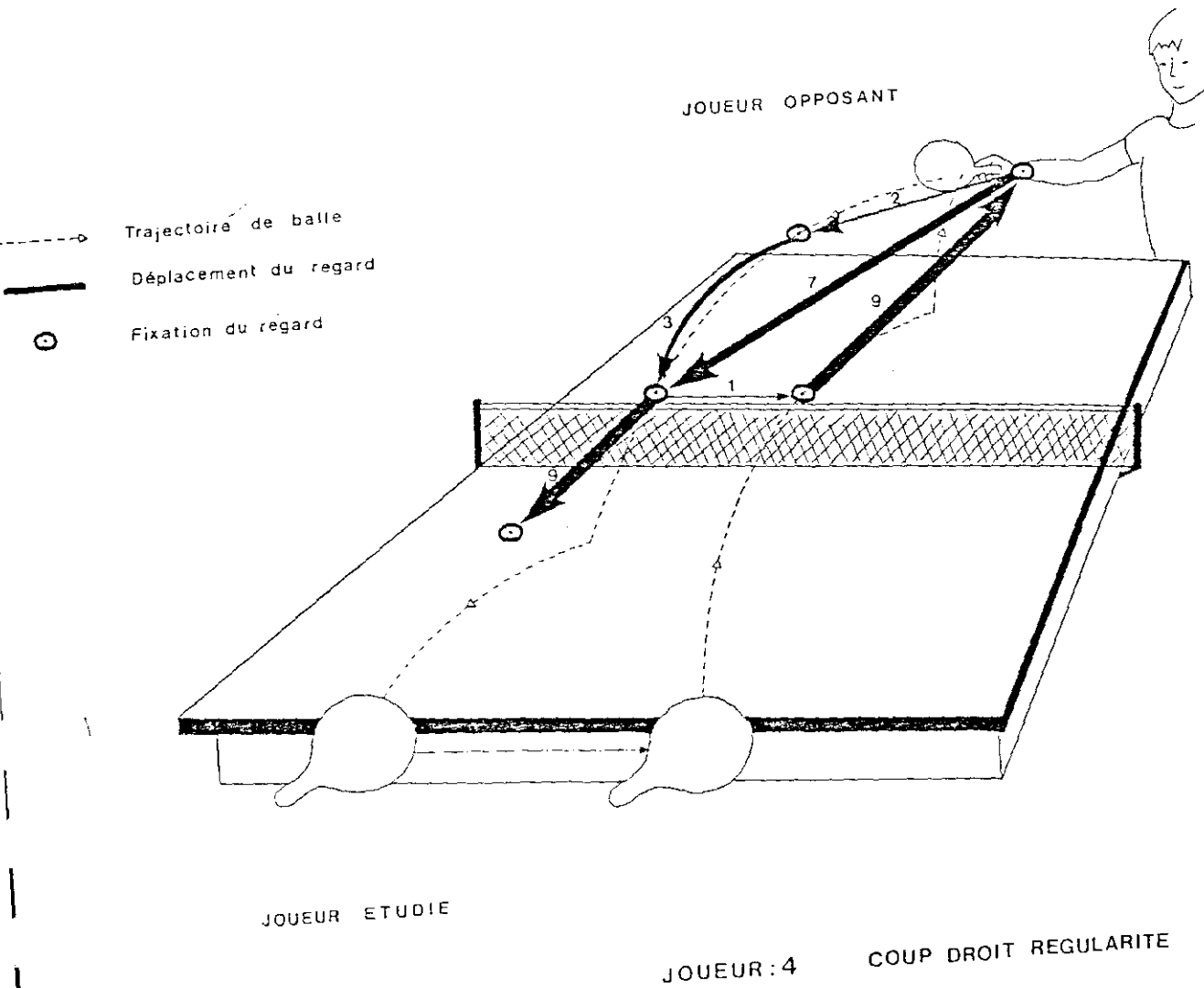
- . les fixations fovéales s'effectuent principalement sur l'adversaire (49,33 du temps) et au filet (50,66 du temps) en %.
- . ne suit pas la balle en vision fovéale : transport saccadique de l'oeil vers les positions remarquables.
- . lors de la frappe, le regard est au filet.



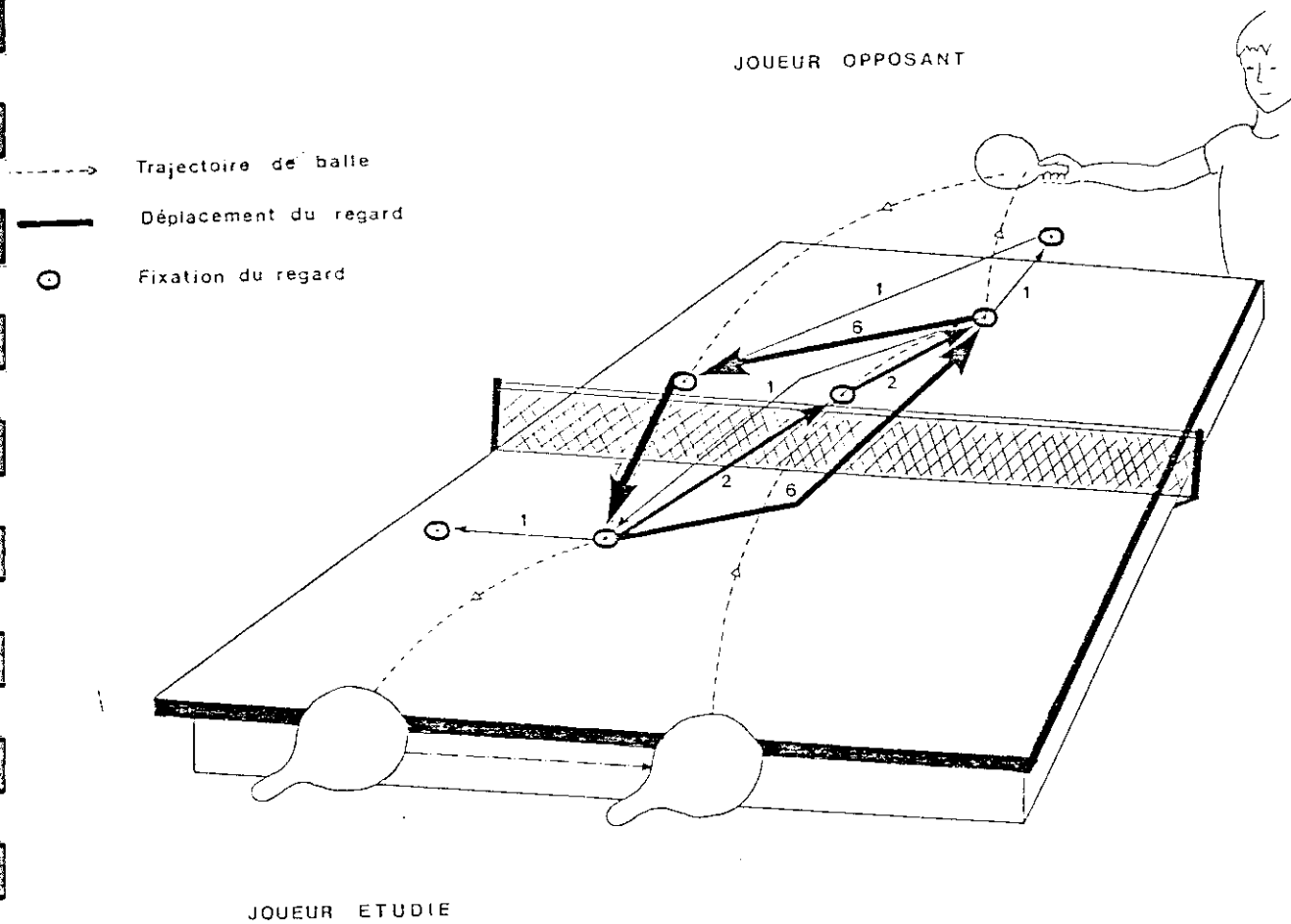
JOUEUR:3

COUP DROIT REGULARITE

- . ne suit pas les trajectoires en vision fovéale : transport saccadique de l'oeil.
- . privilégie les informations de position au filet (26,40 % du temps).
- . après le rebond et pendant la frappe, l'oeil est stable dans la tête.
- . le V disparaît pendant 21,83 % du temps.



- . importance de la lecture des informations sur l'adversaire.
- . transport saccadique de l'oeil sur les positions remarquables : de l'adversaire (24,89 % du temps), au filet (24,89 % du temps), la position de la balle est anticipée.
- . après le rebond, l'oeil est stable dans la tête (41,78 % du temps).
- . déplacement du regard au filet (4 % du temps).

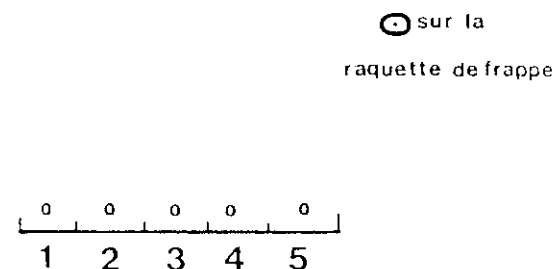
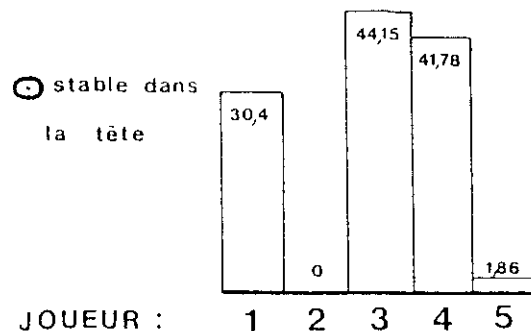
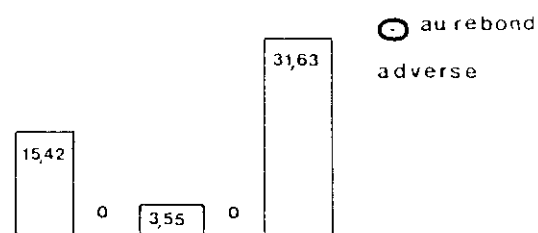
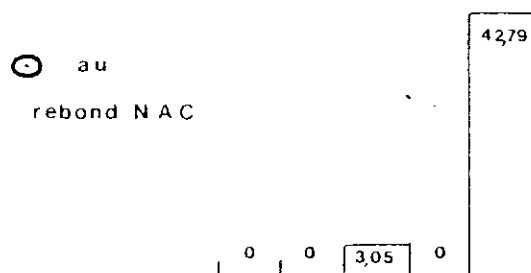
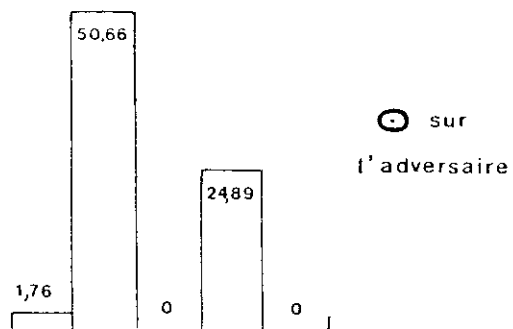
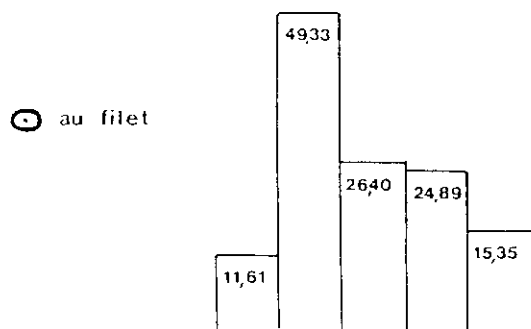
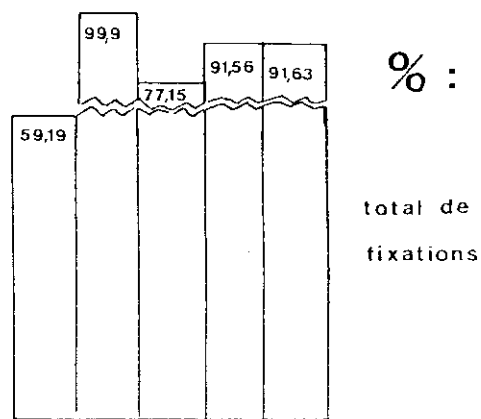
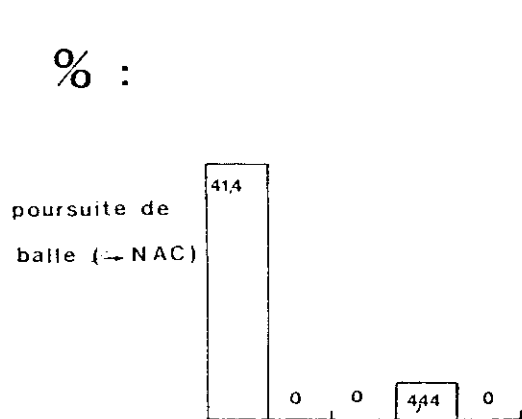


JOUEUR: 5

COUP DROIT REGULARITE

- . l'oeil est stable dans la tête lors du rebond de la balle sur son 1/2 plateau (42,79 % du temps).
- . les éléments caractéristiques considérés sont les deux rebonds et le filet.

3 112 Valeurs remarquables



COUP DROIT REGULARITE

3.1.1.3 - Commentaires

Il ne semble pas nécessaire aux joueurs (sauf un) de suivre en vision fovéale, la trajectoire de balle pour en apprécier les paramètres de déplacement.

Par contre, la coïncidence oeil/trajectoire/filet semble être un élément important pour cette appréciation : tous les joueurs positionnent leur regard au filet lors du passage de la balle.

Le pongiste procède par anticipation du regard de position remarquable (le filet) à d'autres positions remarquables qui sont différentes suivant les joueurs. Ce déplacement de l'oeil entre positions s'effectue sur le mode saccadique traduisant le caractère pré-programmé et balistique de la commande visuelle et motrice. Seul un joueur procède par glissade lente pour suivre la trajectoire de balle.

Aucun joueur ne regarde la balle et/ou la raquette lors de la frappe. Par contre, la tête est stable et l'oeil est stable dans la tête (sauf pour un joueur) à ce moment là.

Il y a synchronisation entre le rebond et le début du coup pour l'ensemble des joueurs. (cf. tableau "Intervalle de temps entre le rebond et le début du coup" p.).

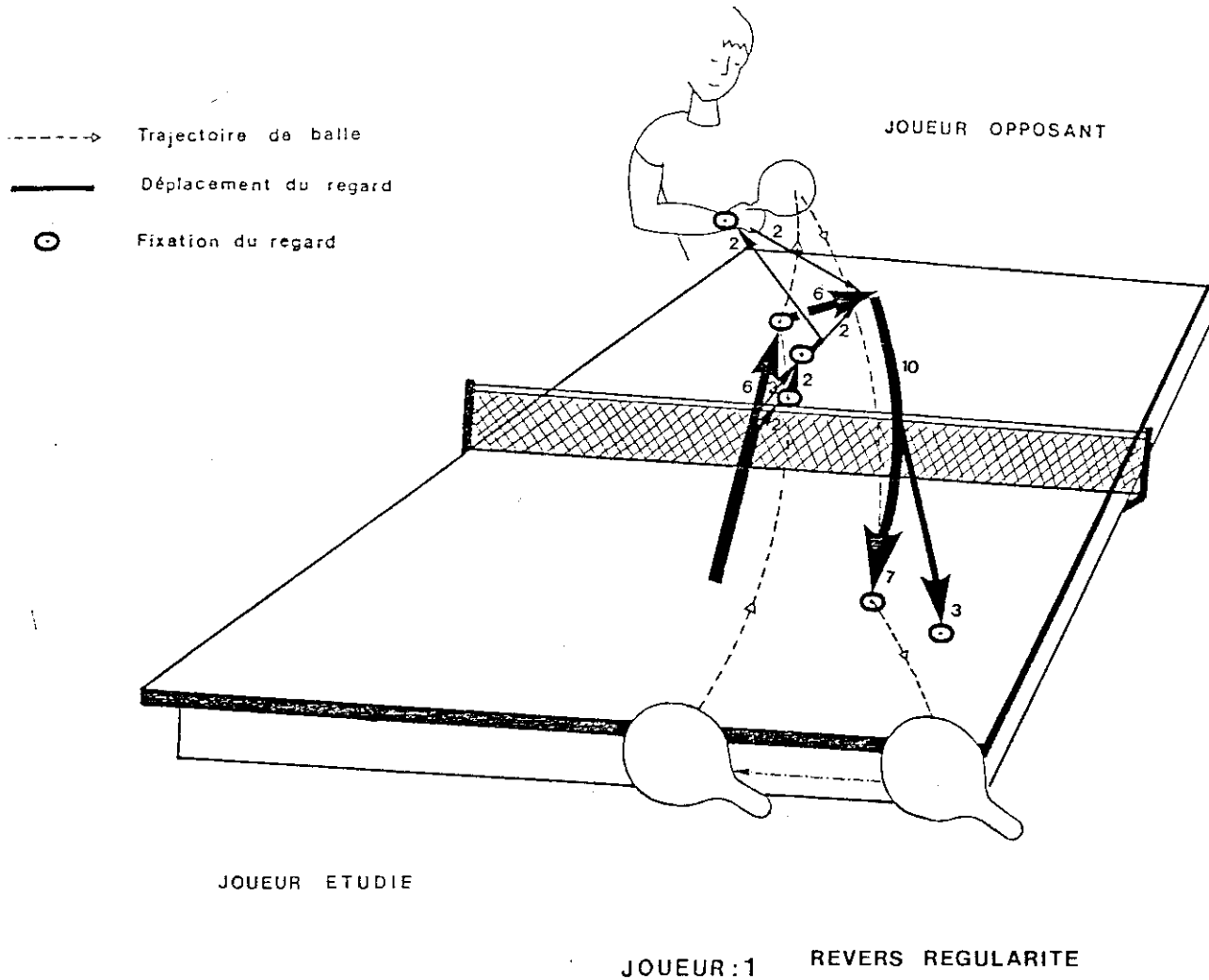
En conclusion, la stratégie du pongiste consiste dans cette situation de faible incertitude à anticiper au maximum :

- en plaçant le regard à des positions caractéristiques et significatives, où la balle va arriver (en pourcentage de durée, les informations positionnelles prédominent par rapport aux informations de mouvement) - ce qui permet de contruire le geste très tôt, dès que les informations précédentes sont prises.

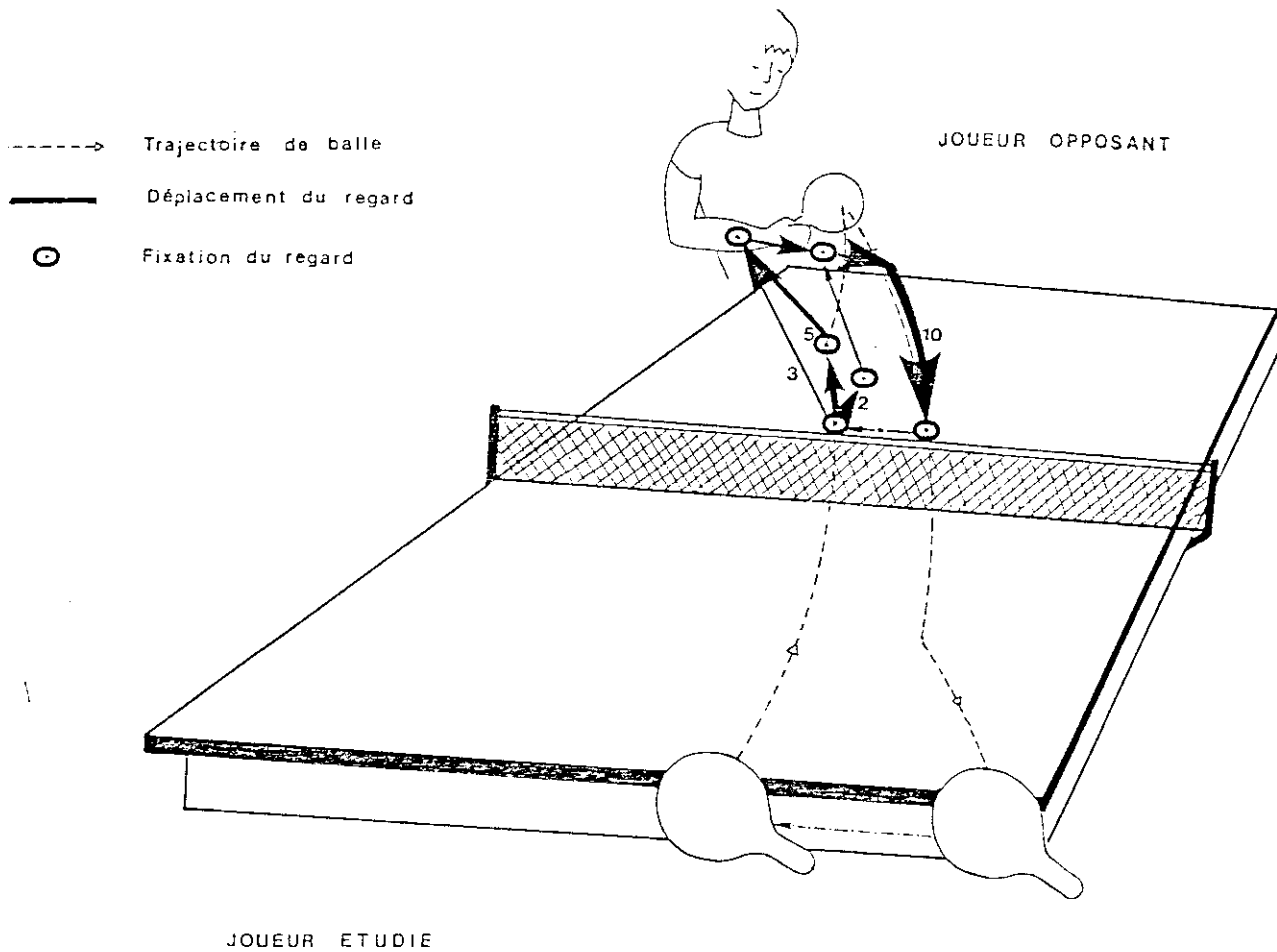
Il faut noter une grande stabilité du comportement d'exploration visuelle des joueurs dans ces situations de régularité.

3_{1.2}- REVERS REGULARITE

3_{1.2.1}- Diagrammes des comportements exploratoires visuels

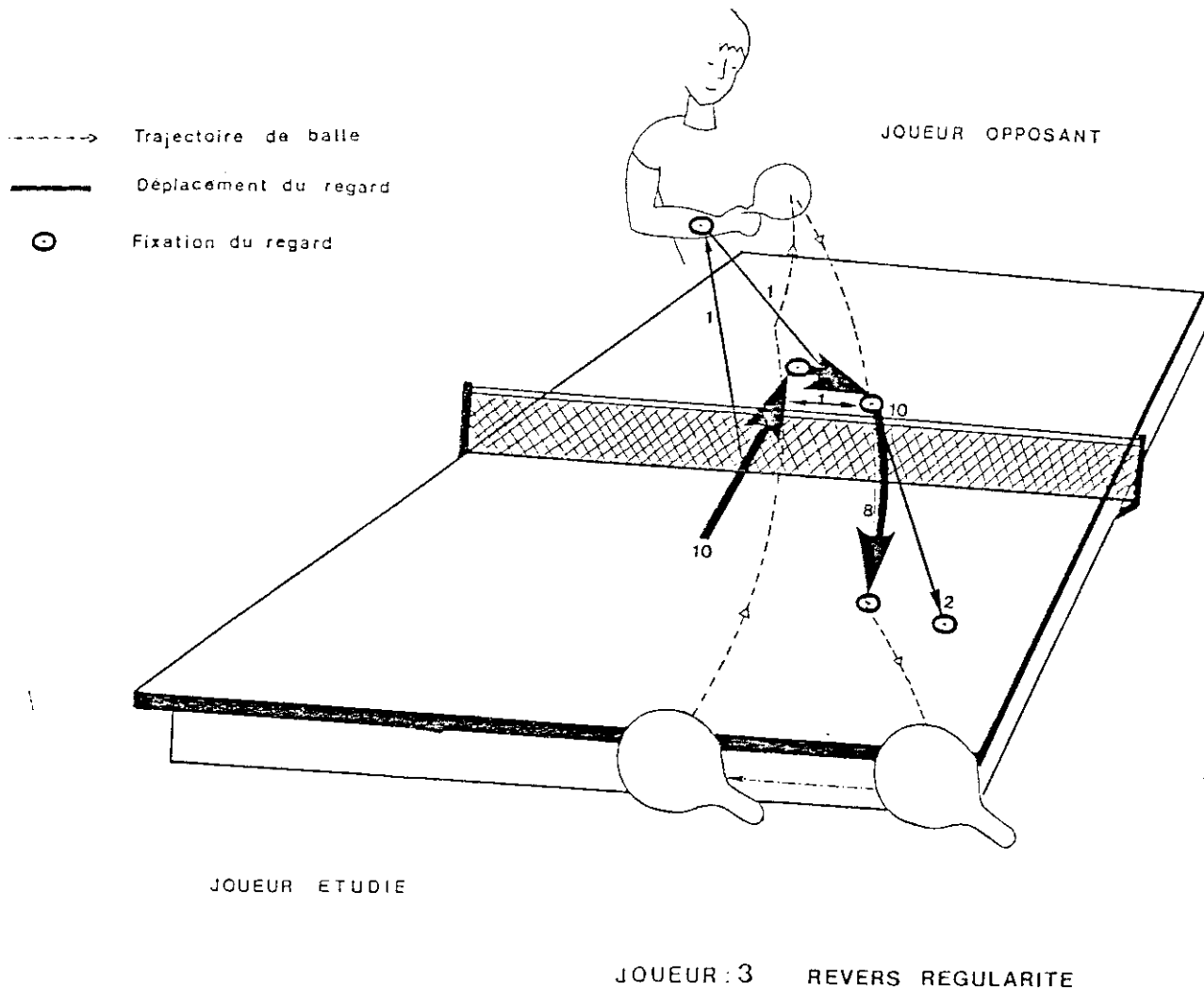


- . le regard suit la trajectoire de la balle (30,81 % du temps) et se positionne
 - soit au rebond (19,19 % du temps)
 - soit à proximité en position oeil stable dans la tête (7,58 % du temps)
- . la tête est stable lors de la frappe.

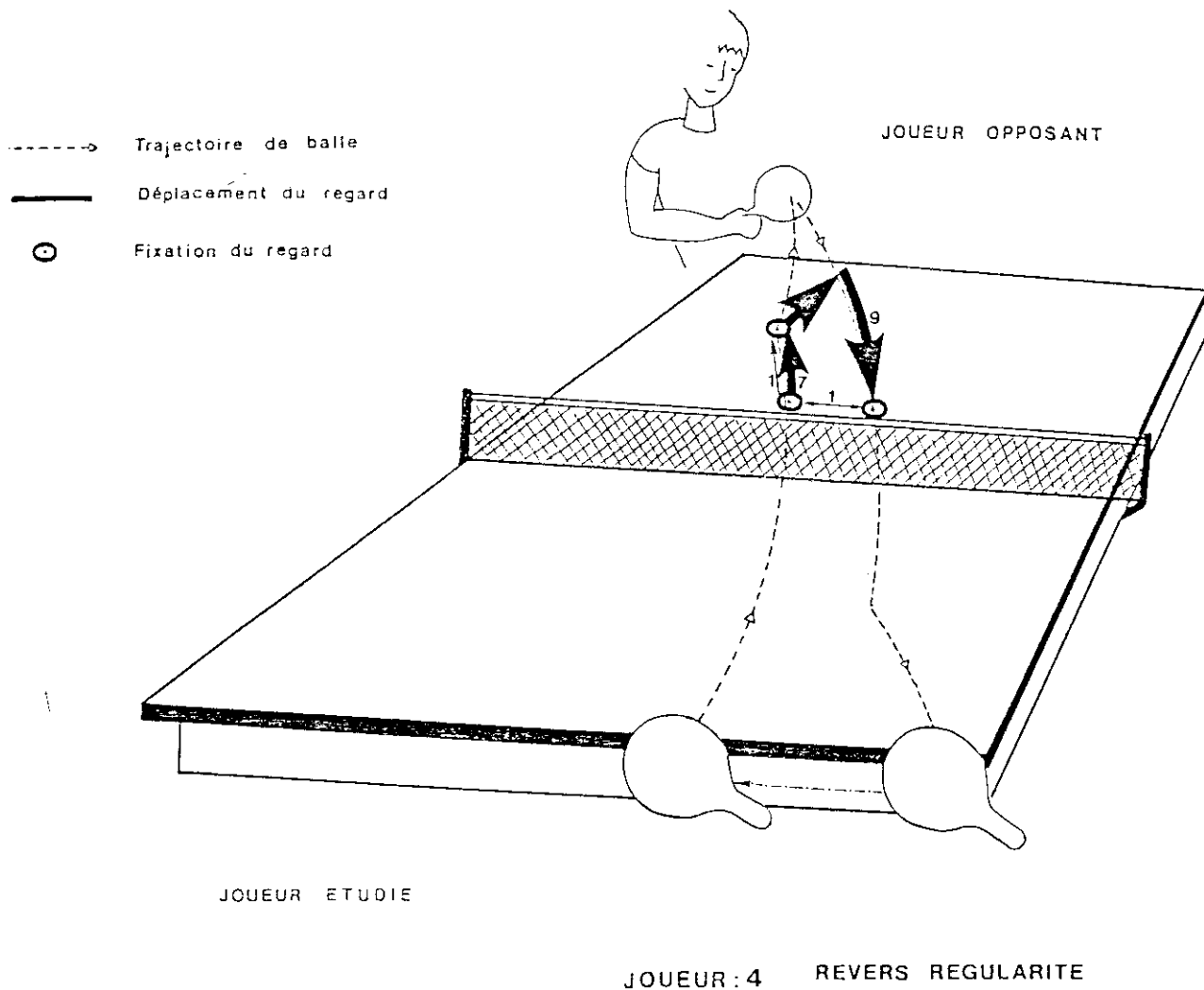


JOUEUR : 2 REVERS REGULARITE

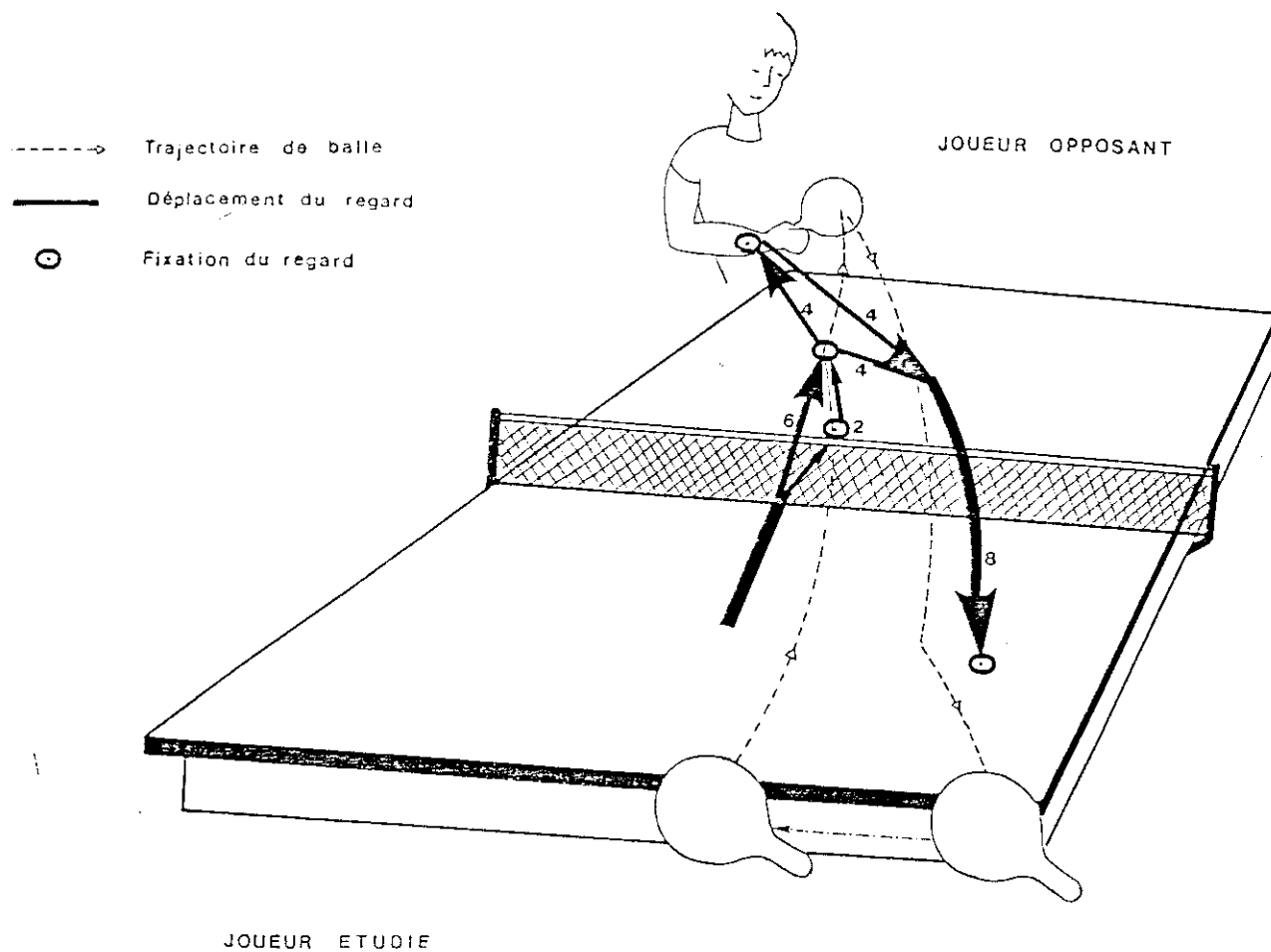
- . le regard suit la balle (29,19 % du temps) et se positionne au filet (35,74 % du temps) pour retourner consulter sur l'adversaire (26,57 % du temps)
- . la tête est stable lors de la frappe alors que l'oeil ne l'est pas.



- . suit la balle à partir de son passage au filet (21,14 % du temps)
- . l'oeil se positionne-au rebond (4,42 % du temps)
 - ou - soit en position oeil stable dans la tête (2,21 % du temps)
- lors de la frappe
- . coïncidence trajectoire/filet/oeil (26,02 % du temps)
- . Transport saccadique de l'oeil au filet
- . le V disparaît (3,42 % du temps).



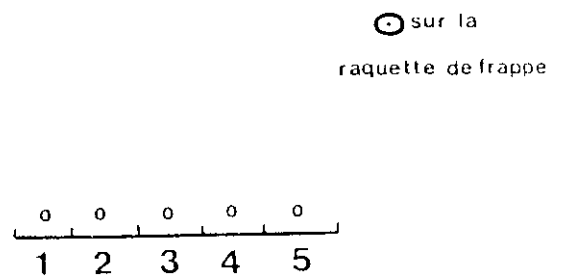
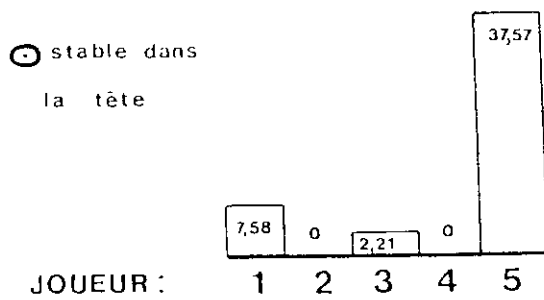
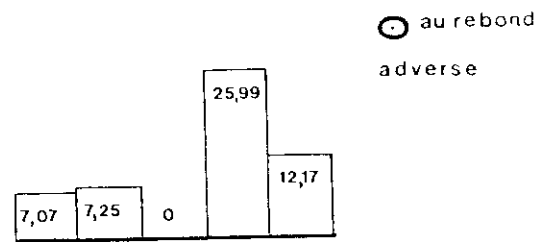
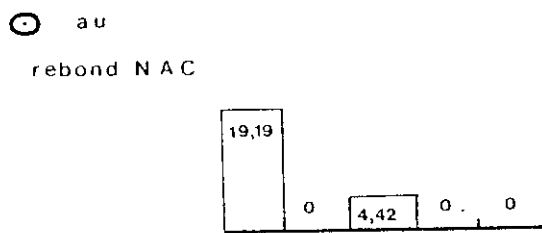
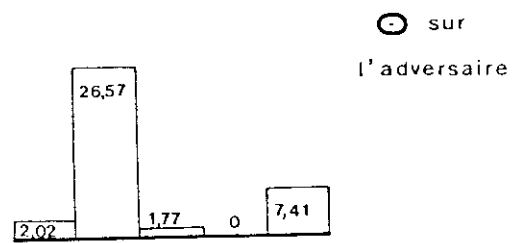
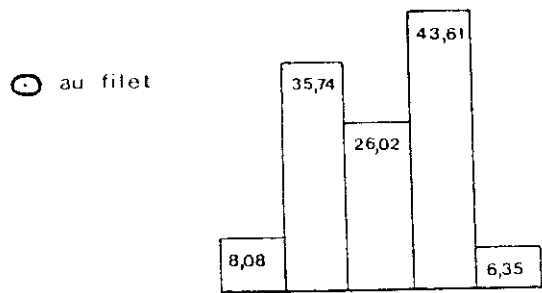
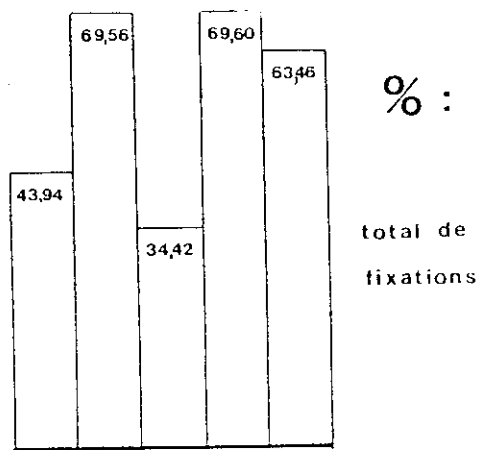
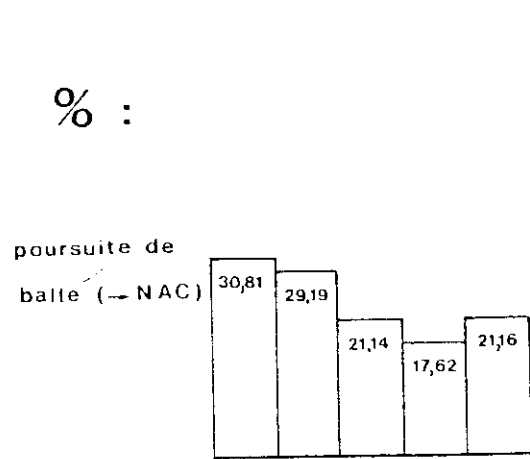
- . suit la balle de la frappe jusqu'au filet (17,62 % du temps)
- . fixation fovéale importante au filet (43,61 % du temps)
l'oeil ajuste la trajectoire aller et retour par rapport au filet et au rebond adverse (25,99 % du temps).
- . transport saccadique de l'oeil au filet.



JOUEUR : 5 REVERS REGULARITE

- . le regard suit la balle (21,16 % du temps) et se positionne oeil stable dans la tête (37,5 % du temps) lors de la frappe
- . ajuste la trajectoire par rapport au filet (8 % du temps) et au rebond adverse (12 % du temps)
- . information sur la raquette de l'adversaire (7 %).

3 122 Valeurs remarquables



REVERS

REGULARITE

3.1.2.3 - Commentaires

Chaque joueur investit des espaces sensiblement identiques à ceux investit en coup droit. De ce point de vue, la stratégie semble être assez bien automatisée par chaque joueur et l'analyse du coup droit peut être généralisée au revers notamment en ce qui concerne :

- l'anticipation du regard aux points remarquables (filet-rebonds)
- le faible taux de poursuite de la trajectoire de balle comparé aux fixations.

On note cependant, comparativement au coup droit :

- une augmentation du nombre et des durées de poursuite de balle : ce qui laisserait penser que la trajectoire de balle est plus difficilement identifiée dans ce cas ;

- une diminution du temps de stabilisation de l'oeil dans la tête (excepté pour le joueur 5). Cette diminution semble être d'ue à une diminution de la phase d'exécution : ce coup est moins ample et, par conséquent très rapide.

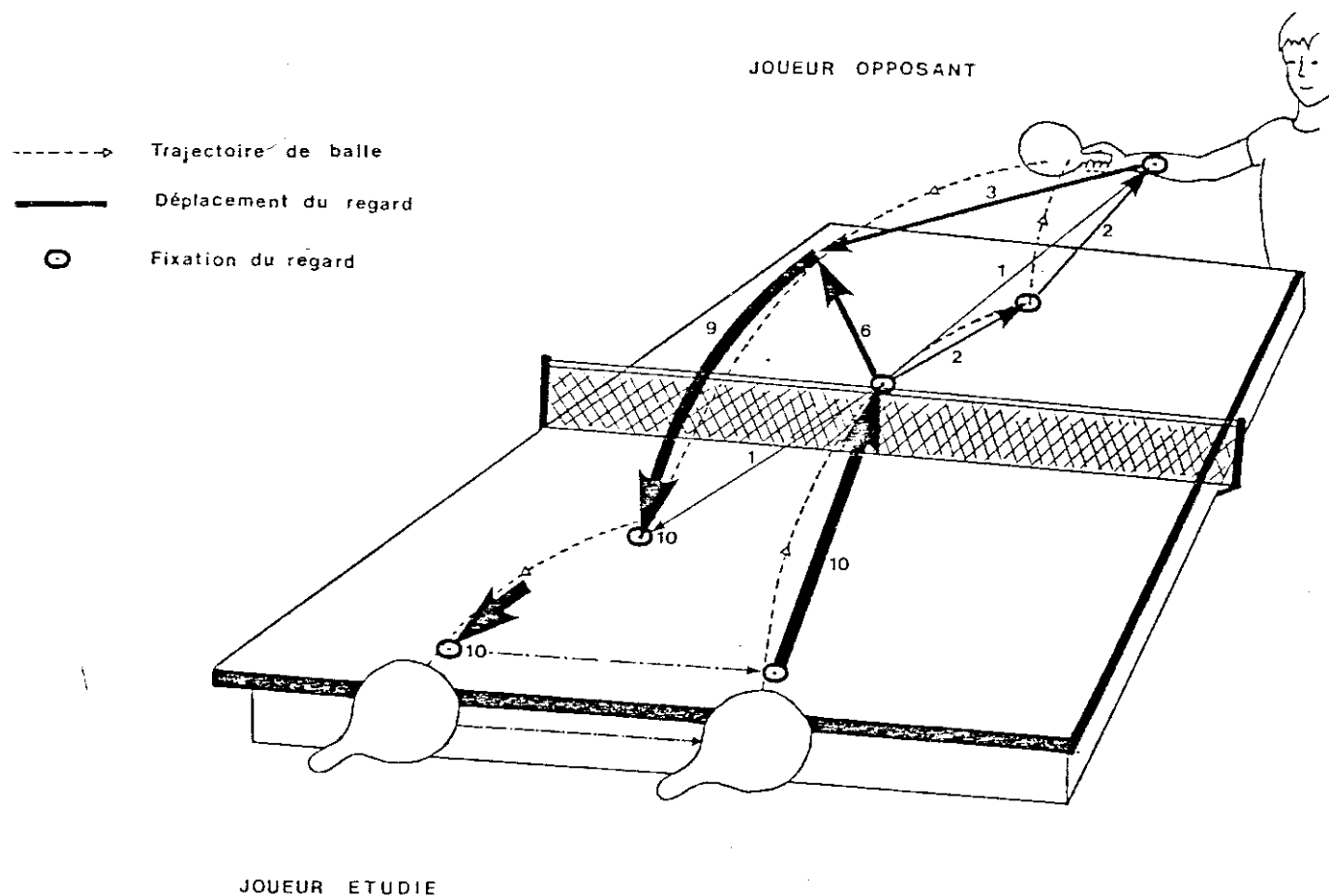
D'autre part,

- le déclenchement du coup est toujours synchronisé avec le rebond quoique de façon moins nette qu'en coup droit ;

- le regard n'est jamais sur la balle et/ou sur la raquette lors de la frappe, par contre, la tête est toujours stable.

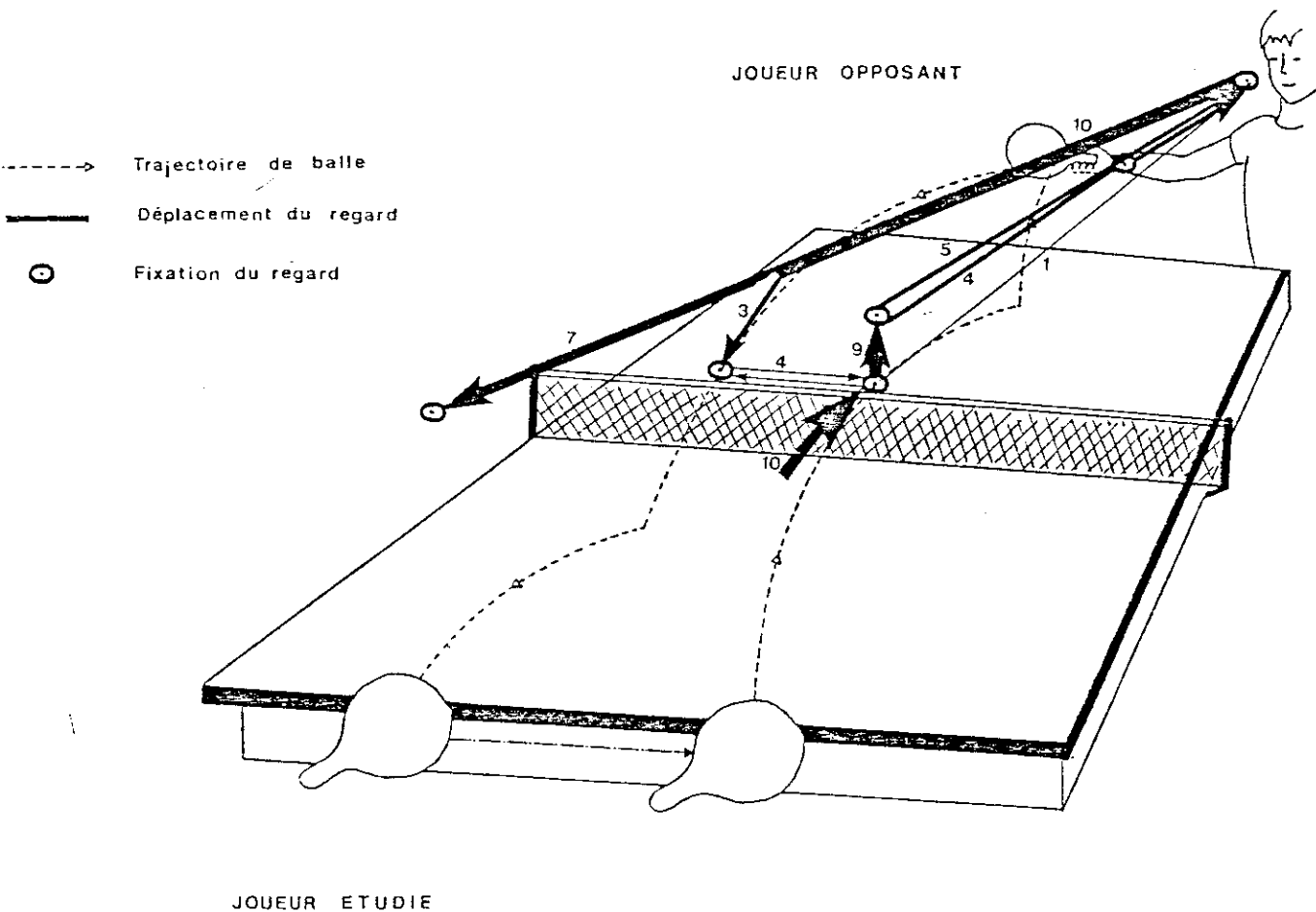
3_{1.3.} - TOP SPIN REGULARITE

3_{1.3.1.} - Diagrammes des comportements exploratoires visuels



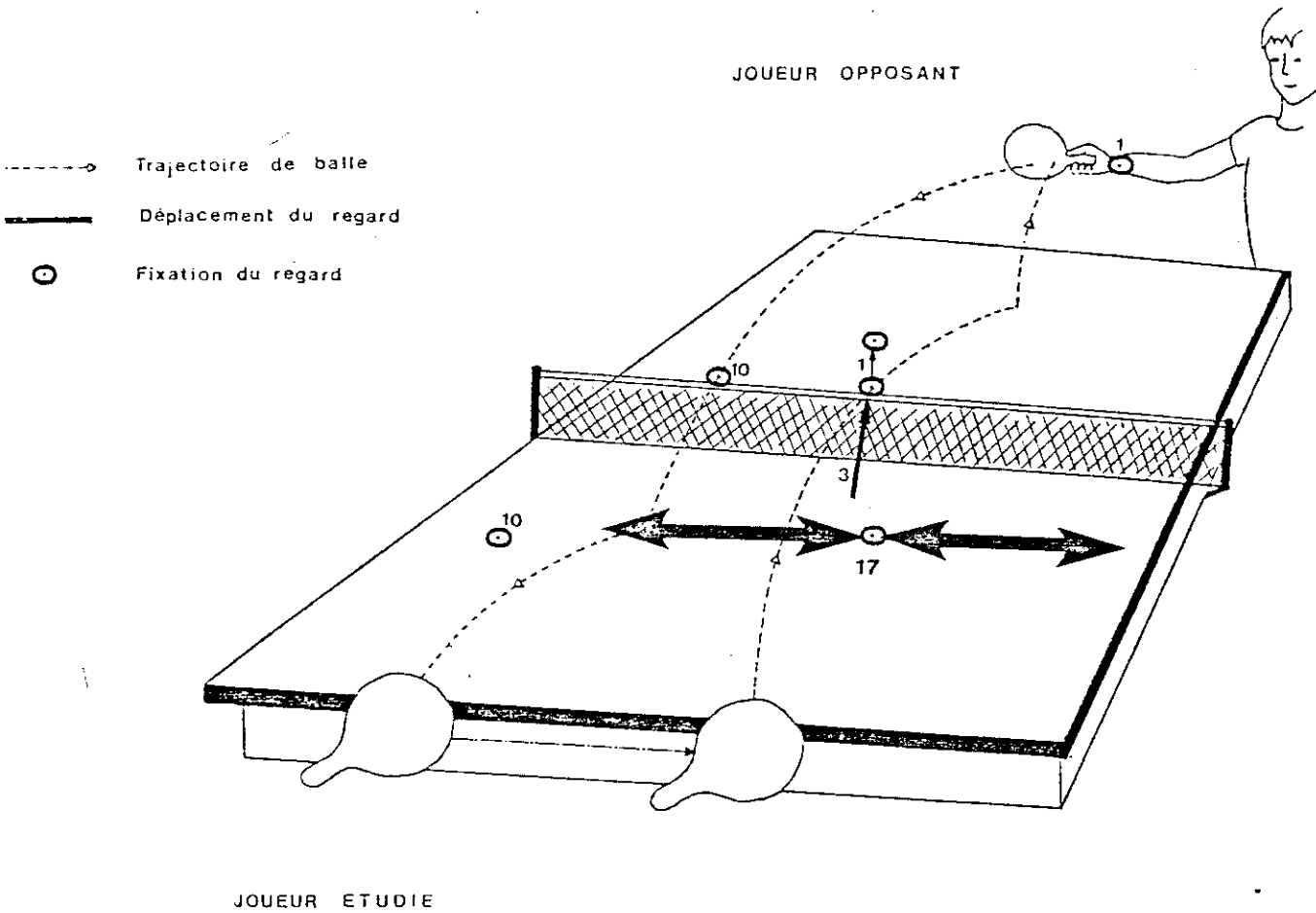
JOUEUR : 1 TOP SPIN REGULARITE

- . suit la balle (18,85 % du temps) le regard anticipe la trajectoire de balle
- . l'oeil est stable dans la tête (19,23 % du temps).
- . regarde la balle lors de la frappe
- . augmentation des transports saccadiques du regard sur les positions remarquables
- . le V disparaît (20,38 % du temps).



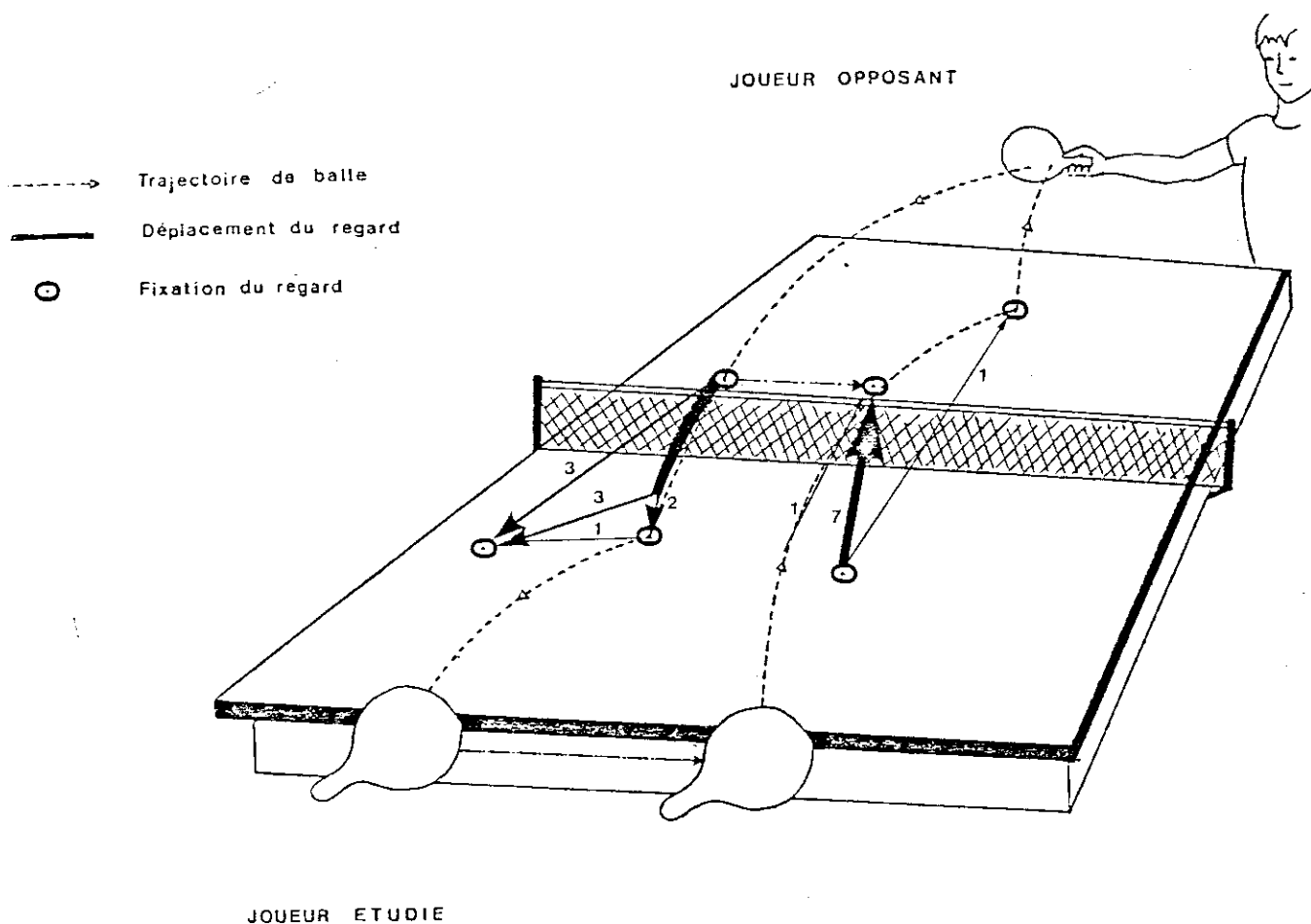
JOUEUR: 2 TOP SPIN REGULARITE

- . ne suit pas la balle : transport saccadique sur les positions remarquables en particulier l'adversaire (24,17 % du temps)
- . lors de la frappe, l'oeil est stable dans la tête (sur une position élevée en dehors du plateau et au-dessus du filet - 9,40 % du temps) de plus la tête est stable
- . nombreuses saccades de poursuite et d'accompagnement de la trajectoire
- . oeil disparaît (14,78 % du temps).



JOUEUR : 3 TOP SPIN REGULARITE

- . pas de poursuite de la trajectoire de balle
- . pourcentage élevé de fixation fovéale en particulier au filet (15 % du temps)
- . l'oeil est stable dans la tête (40 % du temps - près du rebond) lors de la frappe
- . transport saccadique de l'oeil important sur son 1/2 plateau (22,26 % du temps)
- . oeil disparaît (14,3 % du temps).



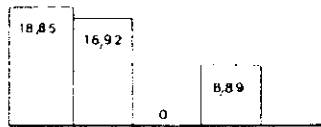
JOUEUR : 4 TOP SPIN REGULARITE

- . suit la trajectoire de la balle à partir du filet
- . l'oeil est stable dans la tête (11,11 % du temps) pendant la frappe
- . l'oeil disparaît (42,2 % du temps).

3 132 Valeurs remarquables

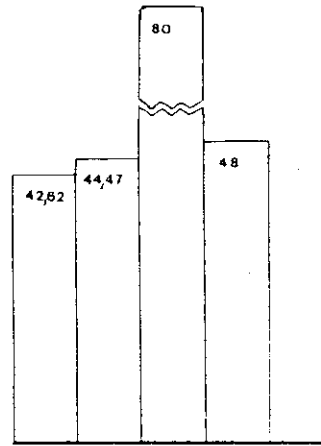
% :

poursuite de
balle (→ NAC)



% :

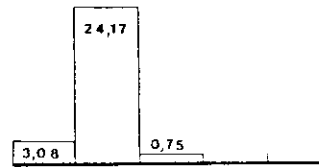
total de
fixations



⊖ au filet



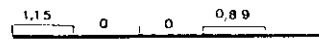
⊖ sur
l'adversaire



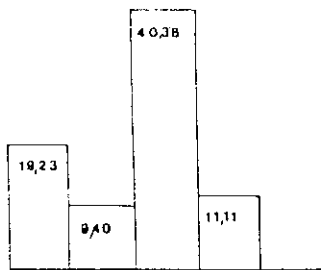
⊖ au
rebond NAC



⊖ au rebond
adverse



⊖ stable dans
la tête



⊖ sur la
raquette de frappe



JOUEUR :

1 2 3 4

1 2 3 4

TOP SPIN REGULARITE

3.1.3.3- Commentaires

On retrouve dans ce coup, l'économie générale de la prospection visuelle décrite dans les situations précédentes notamment en ce qui concerne les espaces investis (excepté pour le joueur 3).

Les principales différences tiennent cependant à :

- une disparition des informations prises aux rebonds
- une diminution sensible des informations prises au filet.

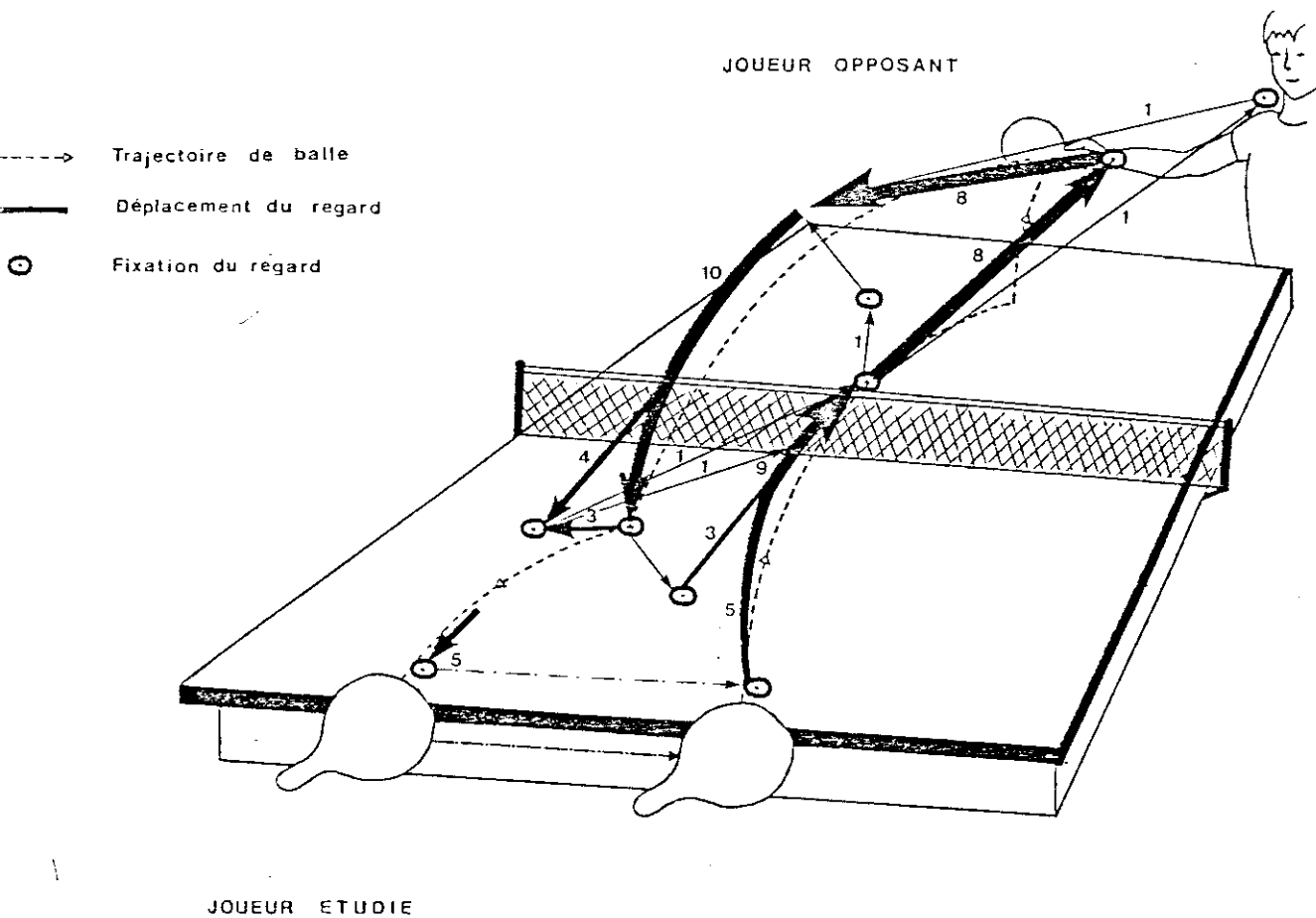
Si nous nous intéressons particulièrement aux conditions de la frappe nous notons :

- une augmentation des phases de stabilité de l'oeil dans la tête ;
- aucun joueur ne regarde la balle et/ou la raquette pendant la frappe (sauf un joueur après "accrochage" de la trajectoire après le rebond) ;
- une diminution de la synchronisation entre le rebond et le déclenchement du coup qui pourrait s'expliquer par la diminution de la durée de la phase de préparation (et donc corrélativement la durée de la phase d'exécution augmente). (cf. tableau "Intervalle entre le rebond et le début du coup" p.).

Ces différences rendent compte d'une adaptation de la stratégie des joueurs aux caractéristiques de la tâche. Celle-ci est notamment caractérisé par une grande exigence de précision au moment du contact balle/raquette. Cette précision accrue nécessite un repérage visuel précis et une meilleure coordination oculo-céphalique.

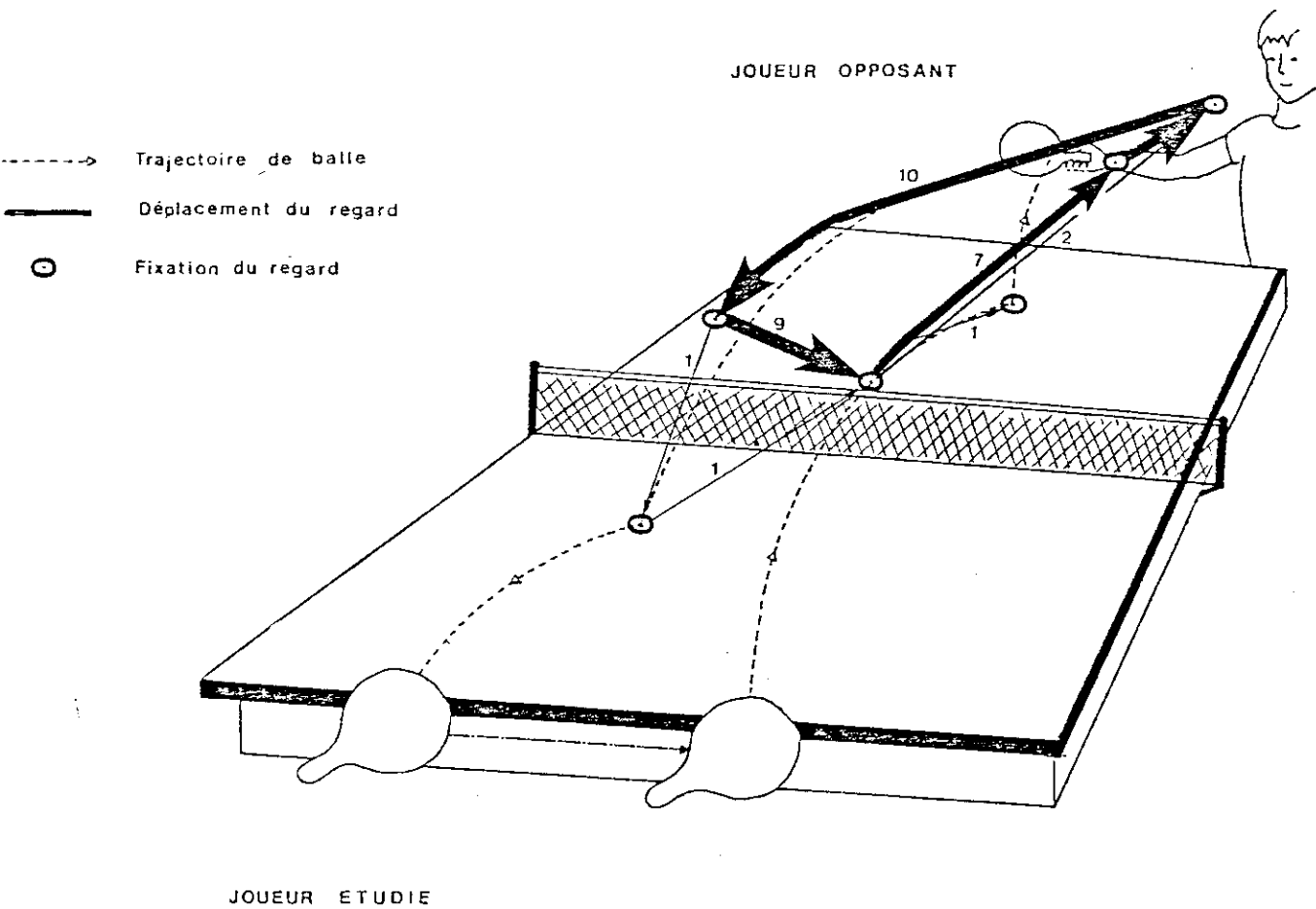
3_{1.4}- JEU LIBRE

3_{1.4.1}- Diagramme des comportements exploratoires visuels



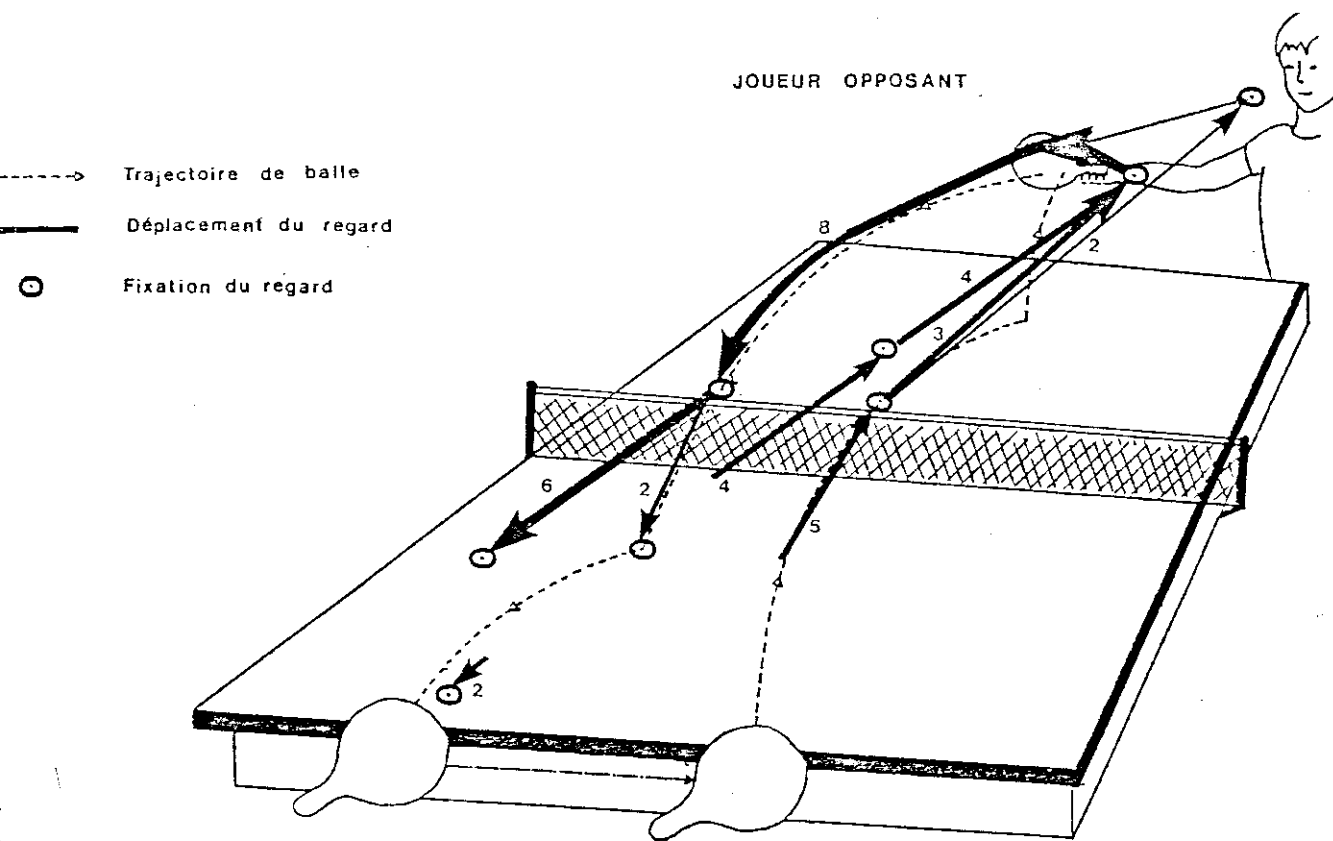
JOUEUR : 1 JEU LIBRE

- . Suit la balle sur une grande partie de la trajectoire (19 % du Temps) l'oeil anticipe la trajectoire.
- . Pendant la frappe → l'oeil est au rebond (10 % du Temps) et/ou stable dans la tête (9 % du Temps).
 - ou → regarde la raquette de frappe (7 % du Temps) dans ce cas l'oeil cherche à "rattraper" la trajectoire de balle.
- . Elévation des consultations de positions en particulier sur l'adversaire (17,16 % du Temps).
- . Mouvement de poursuite visuelle de la trajectoire de retour de la balle et transport saccadique sur l'adversaire.



JOUEUR:2 JEU LIBRE

- . Poursuit la trajectoire de balle très haut au dessus (13,95 % du Temps).
- . Oeil se positionne au dessus du filet (24,90 % du Temps).
pour revenir ajuster la trajectoire de retour de balle/filet.
- . Elévation des consultations sur l'adversaire (36,39 % du Temps).
- . Nombreux transports saccadiques de l'oeil en Aller et Retour.
- . Oeil n'est pas stable dans la tête lors de la frappe.



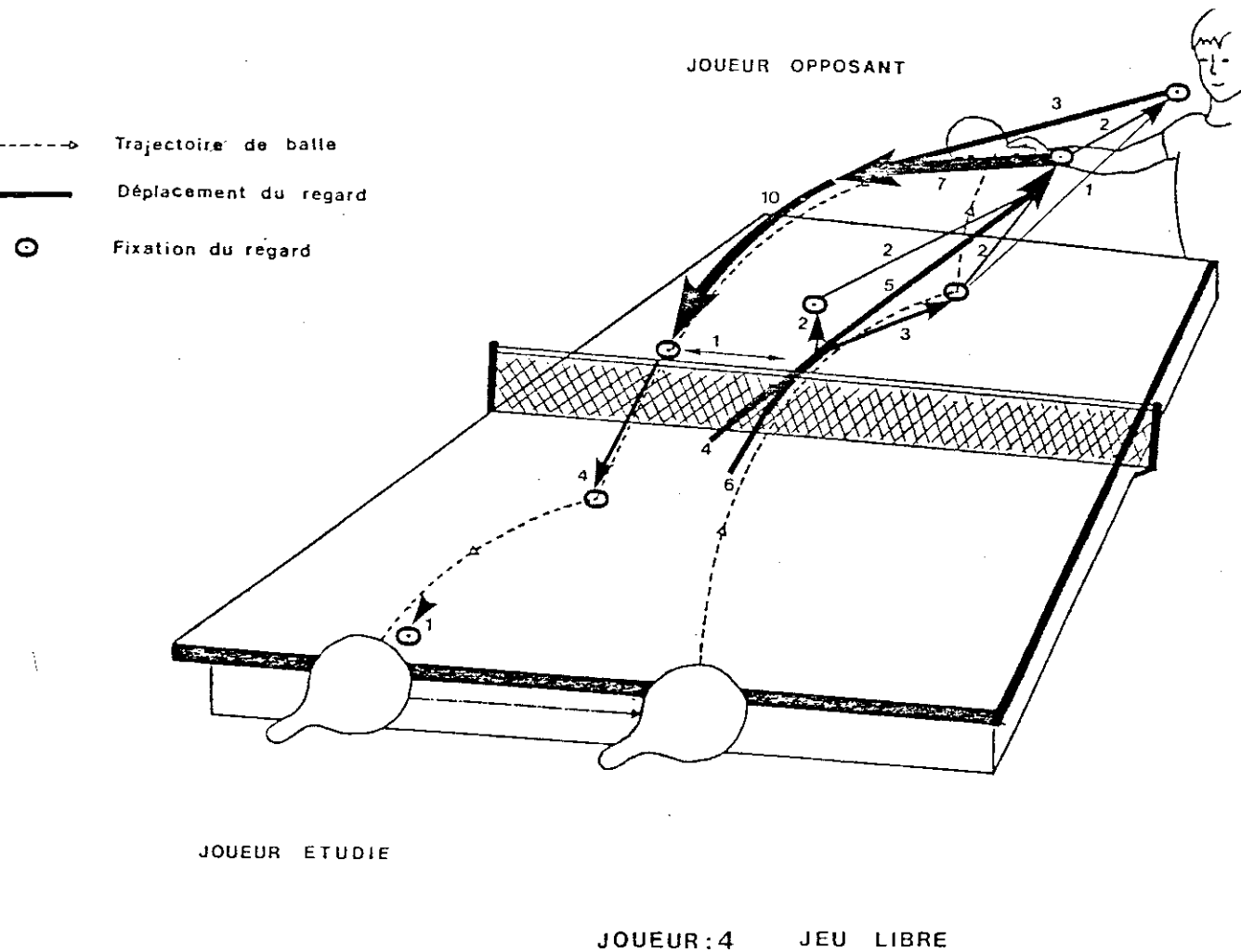
JOUEUR ETUDIE

JOUEUR:3 JEU LIBRE

- Suit la trajectoire de balle (20 % du Temps) puis l'oeil se positionne.
- Soit au rebond au stable de la tête (15,41 % du Temps)
- Soit sur la raquette de frappe (3,42 % du Temps).

- Elévation des consultations fovéales sur l'adversaire (14,38 %).

- Transport saccadique de l'oeil lors de la trajectoire de retour.

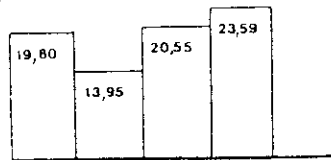


- . Suit la trajectoire de balle (25,59 % du Temps).
- . Nombreuses saccades au filet.
- . Elévation des consultations sur l'adversaire (13,03 % du Temps).
- . Le regard disparaît (17,96 % du temps).

3 142 Valeurs remarquables

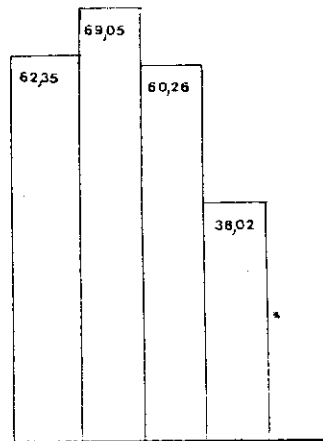
% :

poursuite de
balle (- NAC)

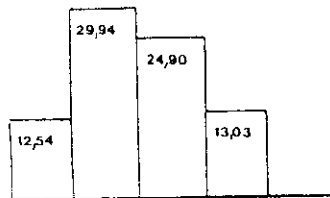


% :

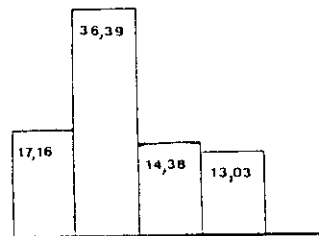
total de
fixations



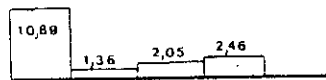
⊖ au filet



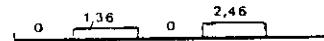
⊖ sur
l'adversaire



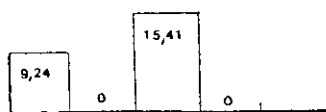
⊖ au
rebond NAC



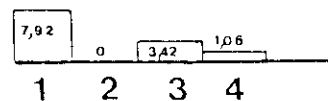
⊖ au rebond
adverse



⊖ stable dans
la tête



⊖ sur la
raquette de frappe



JOUEUR :

1 2 3 4

1 2 3 4

JEU LIBRE

3.1.4.3- Commentaires

On décrit une modification qualitative des stratégies visuelles. En effet, des particularités individuelles demeurent, les comportements sont cependant plus généralisables. Tous les joueurs :

- suivent une partie de la trajectoire de balle en vision fovéale et confirment par des pauses fovéales à des endroits caractéristiques filet/balle, rebond sur son plateau ;

- augmentent les consultations fovéales sur l'adversaire (coude-poignet-raquette et tête-regard) ;

- anticipent la position de la balle au filet et au rebond sur leur plateau ;

- diminuent la synchronisation entre le rebond et le déclenchement du coup alors que le temps de préparation de ce coup augmente.

On note l'élévation des saccades de correction d'erreur : le regard commet des erreurs d'anticipation et tente d'agripper la balle pour se replacer sur la trajectoire.

L'incertitude élevée dans cette situation impose aux joueurs une adaptation afin de :

- lire le jeu de l'adversaire ;
- confirmer des estimations de trajectoire de balle
- frapper la balle avec précision

3₂- L'ANALYSE DU MOUVEMENT : Quelques remarques

3_{2.1}- Durée des différentes phases du geste

Elle permet d'apprécier globalement les choix opérés par le joueur : Pendant la phase de préparation le joueur s'informe pour comprendre la situation et ensuite, il exécute le coup (durée comprise entre 35ms et 45ms). Le graphique nous permet d'apprécier l'importance relative de ces deux phases en fonction des coups et des joueurs.

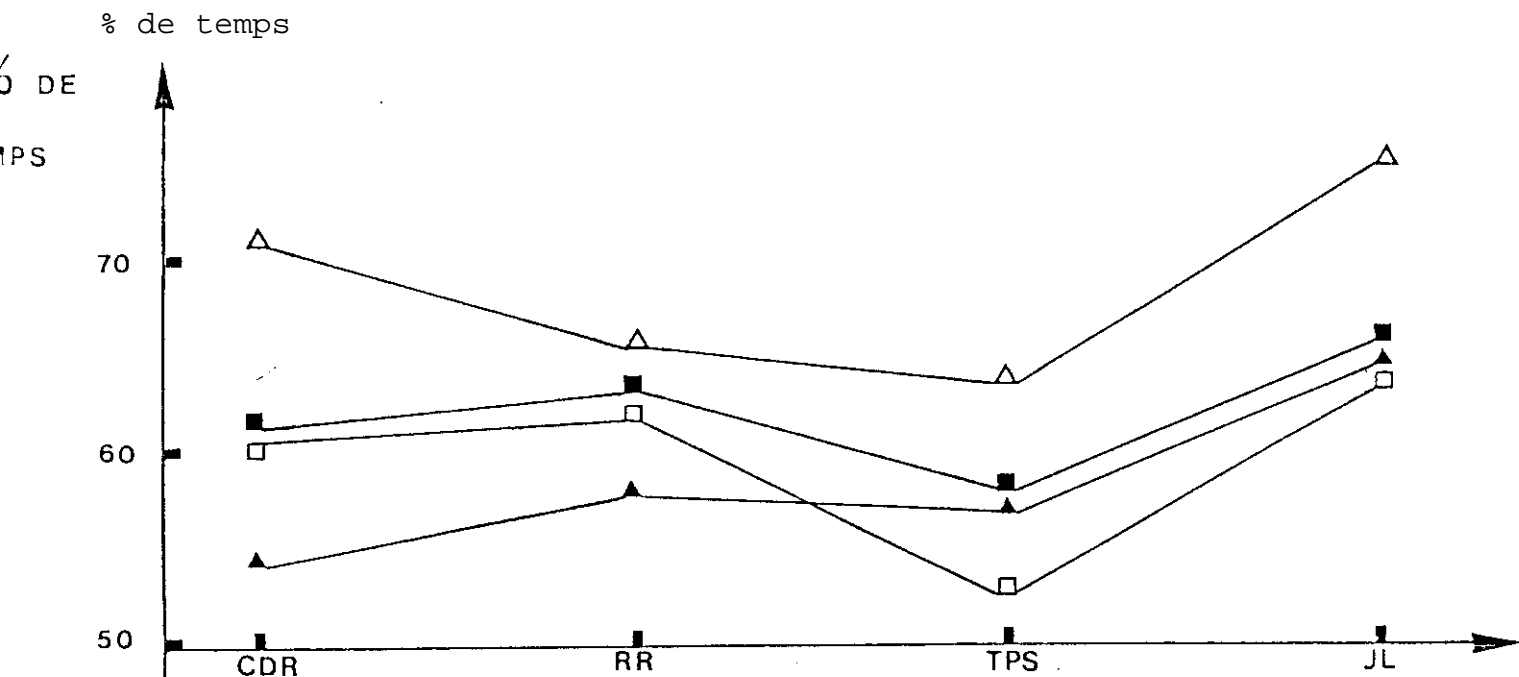
En situation d'incertitude, le temps de préparation du coup augmente pour tous les joueurs et on assiste parallèlement à une diminution de la durée de la phase d'exécution.

En situation de précision et de régularité, le temps d'exécution augmente pour tous les joueurs (quoique de façon différente) et parallèlement la durée de la phase de préparation diminue d'autant.

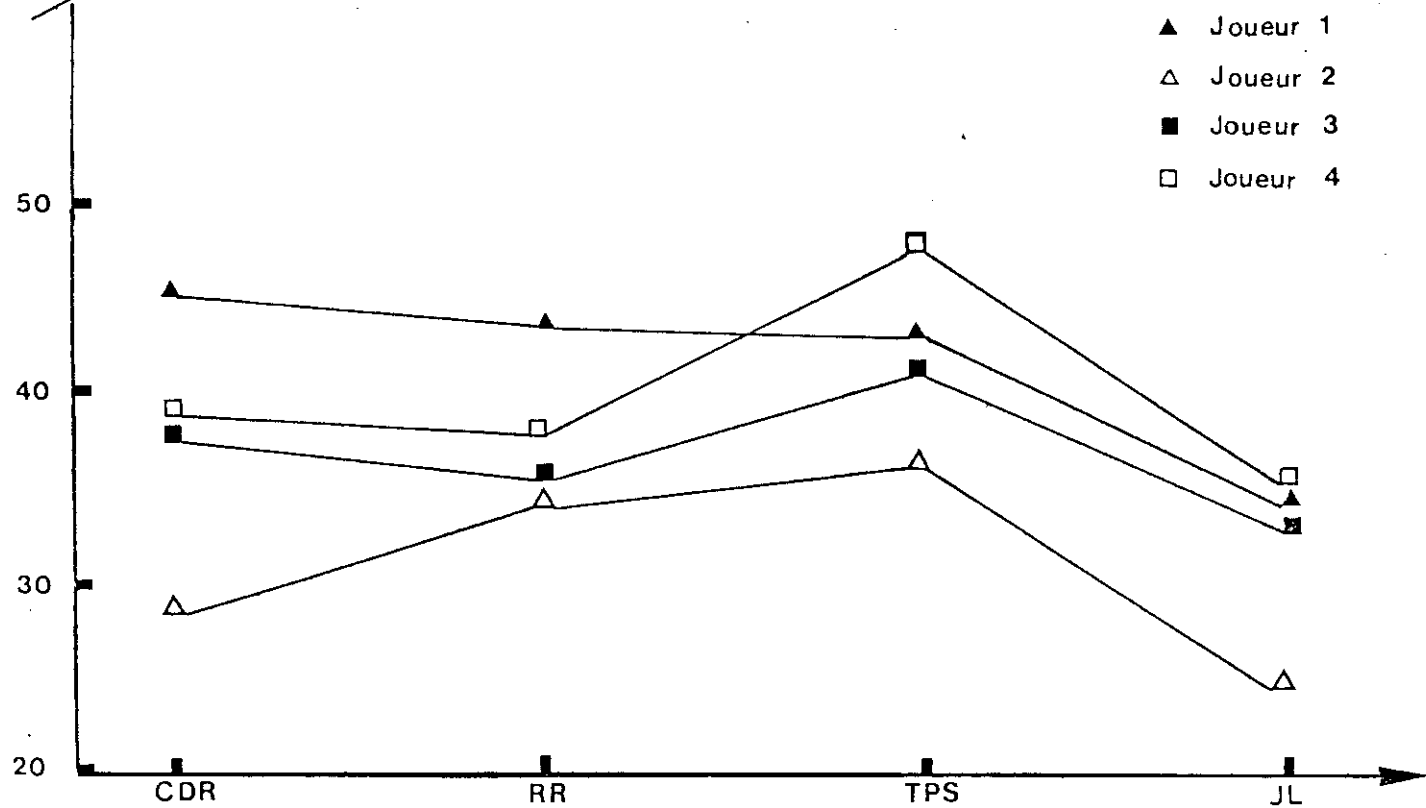
Ceci illustre bien l'alternative que nous avons posée au départ. Tout se passe comme si le temps passé à comprendre la situation en focalisant sur l'adversaire et la trajectoire de balle pour en extraire les informations pertinentes était utilisé au dépend du temps passé à agir et inversement.

Cette distinction retraçant le conflit comprendre-agir semble être dépendante de la situation mais aussi de facteurs propres aux joueurs.

DUREE DES DIFFERENTES PHASES DU GESTE



PREPARATION DU COUP

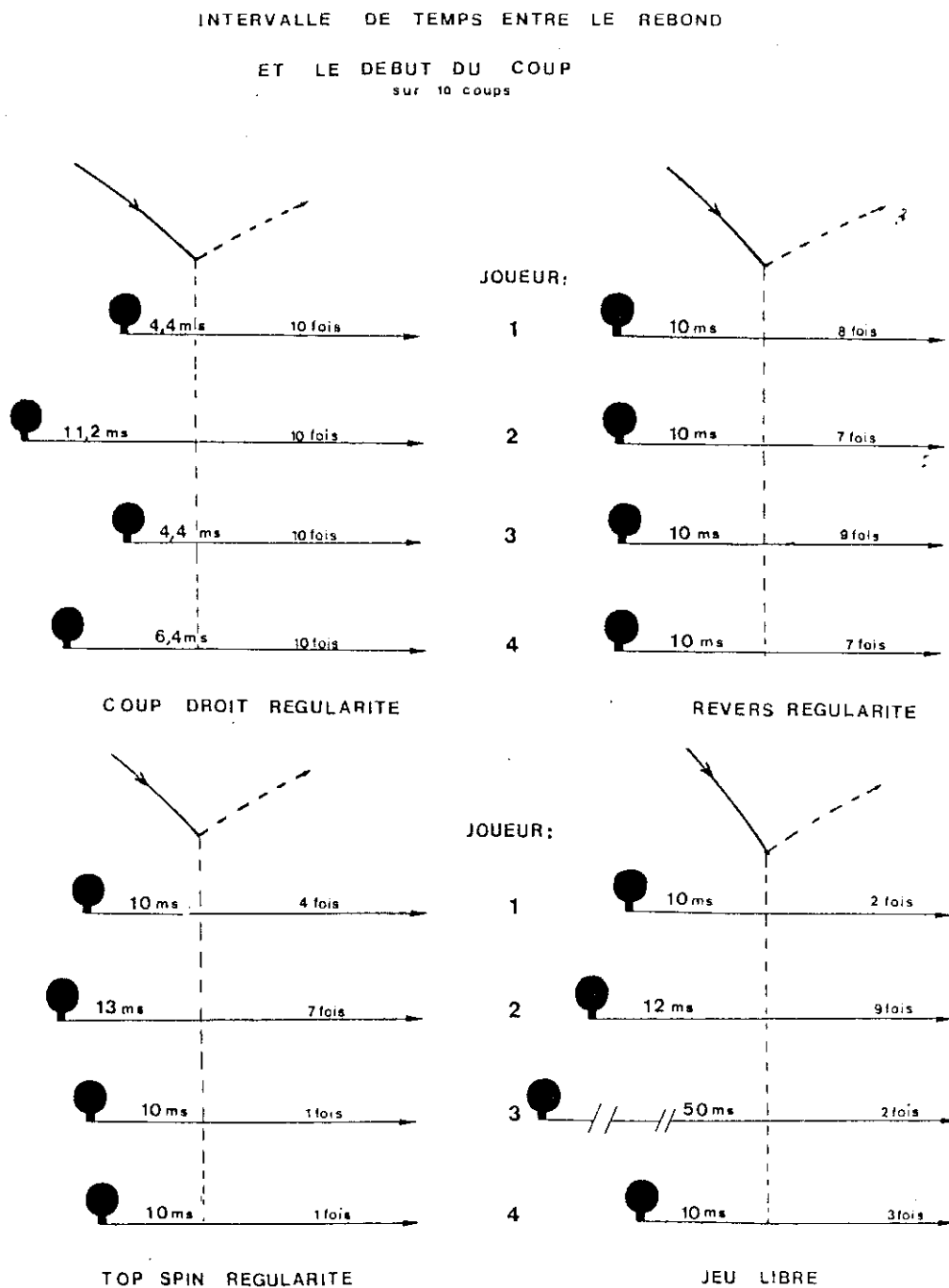


EXECUTION DU COUP

3₂₂ Le déclenchement du coup :

Il a été apprécié lorsque la raquette avait atteint un point caractéristique (point "mort") et mis en relation avec les autres paramètres étudiés et en particulier la trajectoire de balle.

L'analyse des schémas proposés ici a été effectuée lors de l'analyse coup par coup. Ce tableau récapitulatif montre la diminution de la synchronisation rebond/déclenchement du coup en fonction des exigences de la tâche.



DISCUSSION

Les résultats montrent que le pongiste traite différents types d'informations visuelles. Les unes sont destinées à COMPRENDRE la situation, les autres sont destinées à AGIR efficacement.

COMPRENDRE :

Les opérations d'analyse du comportement de l'adversaire nécessaires à la COMPREHENSION de la situation, sont traitées pour une large part, par l'intermédiaire des fixations visuelles à des points caractéristiques qui concernent :

- l'orientation et la position du joueur par rapport à la balle
- l'orientation de la raquette : position du poignet-coude-épaule
- l'orientation de la tête et du regard du joueur adverse.

La recherche d'information est différente :

. selon les coups : l'augmentation des consultations fovéales sur le joueur adverse en situation d'incertitude révèle la stratégie des joueurs qui recherchent des indices pertinents sur l'attitude de l'opposant ;

. selon les joueurs : dans un schéma général chaque joueur privilégie un mode de comportement d'exploration visuelle particulier que nous avons analysé.

Cependant chaque joueur conserve une stratégie exploratoire visuelle générale qu'il transfère à chaque situation.

Il ne faut toutefois pas sous-estimer le rôle de la vision périphérique qui permet d'effectuer une analyse globale du comportement du joueur et d'identifier la situation. Aussi doit-on concevoir un mode de fonctionnement complémentaire des deux systèmes de vision.

La vision périphérique permettant d'effectuer en Continu une analyse de la situation.

La vision centrale effectuant un contrôle Discontinu sur certains points caractéristiques qui nécessitent une analyse plus fine.

L'augmentation de l'incertitude, en jeu libre, a pour effet d'augmenter le nombre des fixations sur l'adversaire.

AGIR :

- L'APPRECIATION DES TRAJECTOIRES DE BALLE :

I - Jeu Régulier à Thème :

Compte tenu des exigences de vitesse et de précision de la relance l'appréciation des trajectoires prend ici une importance capitale.

Nos résultats montrent clairement que les athlètes ont développé des stratégies d'analyse des trajectoires très "sophistiquées". Nous avons distingué dans notre analyse les mécanismes de calibration visuelle et céphalique.

- CALIBRATION VISUELLE :

L'analyse des trajectoires s'effectue par :

Le positionnement de la fovéa à certains points caractéristiques. Ceux-ci concernent particulièrement les passages, Balle/Filet et Balle/Rebond. Le regard est généralement transporté d'un point à un autre sur un mode saccadique. Ceci indique bien le fait que le joueur anticipe parfaitement la position future de la balle et qu'il "attend" celle-ci à un lieu précis. On note peu de poursuite visuelle de balles, excepté pour un joueur et pendant de très courtes périodes entre la frappe adverse et le filet (joueur N°4).

L'activité cognitive qui sous-tend ces opérations d'anticipation, permet de préparer très précocement le coup qui va être déclenché.

Les entretiens effectués avec les joueurs montrent que ces stratégies ne sont pas clairement analysées et ne résultent pas d'une activité opératoire consciente. L'expérience de HAYWOOD (1984) montre que cette stratégie est plus adaptée à la situation. HAYWOOD, montre en effet, que l'estimation temporelle du moment d'impact d'un stimulus visuel sur une cible est meilleure : - en positionnant le regard sur la cible, c'est-à-dire en analysant la réduction d'écart en vision périphérique qu'en poursuivant la balle du regard.

Ces opérations permettent l'élaboration de mécanismes psychophysiologiques destinés à analyser les caractéristiques physiques de la trajectoire. Ceux-ci concernent :

- . L'analyse de la vitesse de la balle, effectuée en vision périphérique.
- . L'analyse des positions de la balle, effectuée en vision centrale.
- . L'appréciation de la distance balle-joueur qui est fournie grâce au mécanisme de convergence binoculaire.

- CALIBRATION CEPHALIQUE :

La tête joue vraisemblablement un rôle important dans le codage des relations d'espace Coups/Balle/Environnement. On décrit un mécanisme de poursuite continu de la tête sur la balle, qui permet de penser que la position de celle-ci est en permanence référée à la position du corps par l'intermédiaire de la tête.

On sait par ailleurs que la mobilisation de la tête met en jeu des mécanismes de calibration vestibulo-oculaire et de réafférences proprioceptives dont le rôle dans la précision du mouvement a été clairement démontré en laboratoire. (Paillard et Beaubaton (1976), Jeannerod (1982) et en Sport, notamment en Basket-Ball (Ripoll et Coll., 1982) et au tir au pistolet (Ripoll et Papin, 1985).

Cette dissociation des mouvements de l'oeil et de la tête permettrait d'effectuer simultanément une double opération.

- L'extraction visuelle des propriétés du stimulus et fournie par l'analyse visuelle et les processus cognitifs qui les sous-tendent.

- L'élaboration des rapports physiques joueur-balle-milieu est fournie par l'opération de poursuite céphalique. Ces différents mécanismes sont complémentaires.

- L'EXECUTION DU RENVOI :

- La précision de la frappe :

* Le déclenchement du mouvement de frappe est synchronisé avec le rebond de la balle surtout pour les coups en régularité. Ce qui signifie que lorsque la balle rebondit les joueurs possèdent toutes les informations nécessaires pour la frappe de balle.

* La rapidité du coup impose ces opérations initiales de calibrage spatial de la position relative de la raquette et de la cible. Ces opérations qui se déroulent dans une gamme de temps critique évoquent un geste de nature balistique issu d'un programme moteur central dont les coordonnées ont été spécifiées par un traitement préalable. Compte tenu des vitesses atteintes, il paraît improbable qu'une correction de trajectoire puisse avoir lieu en cours d'exécution (ZELAZNICK, 1983).

La coordination visuo-manuelle :

Nos résultats montrent que lors de la frappe, le regard est rarement dans le "volume de frappe" (balle-raquette-poignet) même lorsque le coup demande une grande précision. Par contre, l'axe du regard est plus longuement centré sur l'axe de la tête (oeil stable dans l'orbite et donc dans la tête). Ceci apparaît pour tous les joueurs lorsque le coup demande une grande précision. Le joueur passe d'un contrôle oculo-cinétique à un contrôle oculo-céphalo-cinétique. Plus l'exigence de finesse et de précision

est élevée (TOP SPIN) plus le contrôle oculo-céphalo-cinétique est précoce et précis. Ce codage céphalique permettrait la calibration de l'ensemble du corps sur la position du mobile à atteindre. Ce mécanisme est bien conforme aux résultats obtenus en laboratoire et sur le terrain dans d'autres activités.

II - JEU LIBRE

Les principes d'organisation précédemment évoqués restent en grande partie valable en jeu libre. On note cependant une adaptation de la stratégie aux conditions d'incertitude de ces situations qui se traduit par :

- Une augmentation des poursuites visuelles de la balle notamment entre la frappe adverse et le passage au filet. Cette centration visuelle sur la balle démontre la difficulté du joueur d'anticiper rapidement la trajectoire de balle. La poursuite visuelle permet à partir d'un rapide "échantillonnage" sur la balle de prévoir sa trajectoire. Quelquefois des erreurs d'estimation provoquent des "fausses alarmes", qui sont des véritables contre-pieds mentaux. La balle est dirigée là où elle n'est pas attendue, et le pongiste doit la rattraper rapidement.

- Une diminution des repérages au rebond adverse destinée à gagner du temps et à passer directement du filet sur l'adversaire dont il faut rapidement analyser le jeu.

En résumé, il semble que :

1 - La prédiction du coup s'effectue à partir d'informations positionnelles (en vision fovéale) sur l'adversaire permettant une hypothèse sur les paramètres de la trajectoire à partir d'un traitement cognitif. Le haut degré d'incertitude de la situation augmente de façon notable cette opération alors qu'une situation de faible incertitude diminue le nombre et la durée des consultations fovéales sur l'adversaire.

.../...

2 - La position future de la cible est appréciée sur la base d'informations de mouvement de la balle issues de la vision périphérique et des mouvements de la tête dans l'accompagnement de la trajectoire (sauf un joueur qui suit visuellement en partie la trajectoire de la balle).

3 - La comparaison entre les prédictions de position de la balle et ses déplacements réels s'effectue à certains points cruciaux (constants quels que soient les joueurs mais dépendants des exigences du coup) sur la base d'un contrôle positionnel effectué en vision fovéale.

4 - La recherche le plus tôt possible de la conformité des prédictions avec la réalité observée permet de programmer le mouvement de renvoi qui est déclenché au moment du rebond. La situation d'incertitude altère cette opération.

Conflit AGIR-COMPRENDRE

La situation de jeu libre impose de toute évidence que l'athlète résolve efficacement le conflit AGIR-COMPRENDRE. Compte tenu du temps réduit dont il dispose, celui-ci doit fixer un certain nombre de priorités.

Analyser complètement le jeu de l'adversaire et perdre du temps pour effectuer la relance ou, inversement, soigner celle-ci et commettre des erreurs d'interprétation.

Nos résultats montrent que ces joueurs optimisent leurs stratégies grâce à des opérations d'analyse de la situation, d'anticipation et une automatisation du renvoi particulièrement poussées.

La stratégie la plus efficace appartient incontestablement au joueur capable d'analyser en vision périphérique et en continu, le jeu de l'adversaire. Chez ce joueur "idéal", le comportement visuo-moteur du jeu libre varierait peu par rapport à celui décrit en jeu régulier à thème.

Tout "l'art" du pongiste consiste alors à masquer le plus durablement son jeu tout en lisant le plus rapidement celui de son adversaire.

V - CONCLUSION

Nos résultats renseignent sur la réalisation du conflit Comprendre-Agir chez ces athlètes de haut niveau. Ils mettent en évidence d'une part, l'importance des mécanismes cognitifs dans le traitement des informations et, d'autre part, les mécanismes psychophysiologiques impliqués dans la réalisation de ces comportements.

Quelques points sont à souligner :

- l'importance des informations positionnelle sur les éléments du champ de jeu au regard des informations prises sur les déplacements de la balle ;

- la prépondérance de la coordination oeil/tête comme facteur calibrant du mouvement ;

- la diversité des comportements visuels exploratoires selon les coups et les joueurs.

Cette description étant effectuée, il convient de s'interroger sur les conditions d'acquisition de ces mécanismes dans le cadre d'une théorie de l'entraînement.

BIBLIOGRAPHIE

- BARD, Ch. - La prise d'information visuelle et la préparation de l'action. In AZEMAR, G. et RIPOLL, H. (eds), Neurobiologie des comportements moteurs, Paris, I.N.S.E.P., 1982, p. 181-194.
- BEAUBATON, D., HAY, L. - La précision des mouvements rapides dans différentes conditions de contrôle visuel de la main. In Recherche en S.T.A.P.S. - Edité par M. LAURENT, P. THERME, MARSEILLE, U.E.R.E.P.S., 1985, p. 213-224.
- BOLZONI, M. - La perception de la vitesse. La recherche, 1974, 50, 990-992.
- DIUREY, A. et DE KERMADEC, G. - Tous les coups du tennis et leurs effets. Sciences et vie, 1984, 147, 45-69.
- JEANNEROD, M. - Les deux mécanismes de la vision. La recherche, 1974, 41, 23-42.
- JONES, CM. MILES, TR. - Utilisation de données précoces pour prédire la trajectoire d'une balle de Tennis. "Journal of Human Studies", 1978, 4, 231-235.
- HAYWOOD, K. - Use of the image, retina and eye head movement visual systems during coincidence - anticipation performance. Journal of Sport Sciences, 1984, 2, 139-144.
- LEVY-SCHOEN, A. - Rapport entre mouvements des yeux et perception. In H. HECAEN (ed) Neuropsychologie de la perception visuelle. Paris, Masson, 1972, 76-92.
- LEVY-SCHOEN, A., FINDLAY, J.M. - Les codages spatiaux dans l'ajustement des mouvements des yeux. In La lecture sensorimotrice et cognitive de l'expérience spatiale. Directions et Distance. Edité par J. PAILLARD, Collection Comportements, Paris, C.N.R.S., 1984, p. 23-43.

- MOREAUX, A. - Dialogue Magnéscope/Micro-ordinateur. Revue E.P.S., 1985, 195, 18-19.
- NEBOIT, M. - L'exploration visuelle du conducteur : rôle de l'apprentissage et de l'expérience. Cahiers d'étude de l'ONSER, 1982, 56.
- NEBOIT, M. - Evolution de l'exploration visuelle avec l'apprentissage et avec l'expérience professionnelle. Le Travail Humain, 1983, 46, 33-47.
- PAILLARD, J. et BEAUBATON, D. - De la coordination visuo motrice à l'organisation de la saisie manuelle. In Hecaen, H. et Jeannerod, M; (eds). Du contrôle de la motricité à l'organisation du geste, Masson, Paris, 19, 225-260.
- PAILLARD, J. - The contribution of peripheral and central vision to visually reaching. In D.J. INGLE et Coll., Analysis of visual behavior, MIT Press, 1982, 367-384.
- PRABLANC, C., PELISSON, D., GOODALE, MA. - How do the eyes drive the unseen hand in pointing at a visible target. Communication à la IIIe Conférence Européenne sur les Mouvements des Yeux. Dourdan, FRANCE, 1985.
- RIPOLL, H. - Rapport intermédiaire sur le comportement exploratoire visuel des pongistes. Doc ronéoté I.N.S.E.P., 1983, non publié.
- RIPOLL, H., PAPIN, J.P., SIMONET, P. - Approche de la fonction visuelle en sports. Le travail humain, 1983, 46, 162-173.
- RIPOLL, H., BARD, C., PAILLARD, J., 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. In JM, SALMELA et Coll., New paths to sport learning. OTTAWA, 1982, 32-36.

SEMJEN, A. - From motor learning to sensorimotor skill acquisition.
Journal of Human Movement Studies, 1977, 3, 182-191.

WHITING, HTA., COCKERILL, IM. - Eyes on hand- Eyes on target.
Journal of motor behavior, 1974, 6, 1, 27-32.

ZELAZNICK, H.N., HAWKINS, B., KISSELBURGH, L. - Rapid visual feed
back processing in nngle-aiming movements. Journal of
motor behavior, 1983, 15, 217-236.