



AVERTISSEMENT

Ce document est le fruit d'un long travail approuvé par le jury de soutenance et mis à disposition de l'ensemble de la communauté universitaire élargie.

Il est soumis à la propriété intellectuelle de l'auteur. Ceci implique une obligation de citation et de référencement lors de l'utilisation de ce document.

D'autre part, toute contrefaçon, plagiat, reproduction illicite encourt une poursuite pénale.

Contact : ddoc-theses-contact@univ-lorraine.fr

LIENS

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 122. 4

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 335.2- L 335.10

http://www.cfcopies.com/V2/leg/leg_droi.php

<http://www.culture.gouv.fr/culture/infos-pratiques/droits/protection.htm>



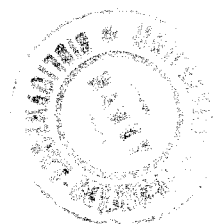
UNIVERSITE DE NANCY I



UFR STAPS
GFD 13

THESE

présentée pour l'obtention du
DOCTORAT DE L'UNIVERSITE DE NANCY I
en Sciences et Techniques des Activités Physiques et Sportives



par

Gil DENIS

&

Alain PIZZINATO

PRISE DE DECISION ET INTELLIGENCE ARTIFICIELLE DANS LES SPORTS D'OPPOSITION : EXEMPLE DE LA PHASE DE SERVICE - RETOUR DE SERVICE EN TENNIS

Soutenue publiquement le 06 février 1992, devant la commission d'examen

Président

Professeur Monique GRANDBASTIEN

Rapporteurs

Professeur Marie-Christine HATON
Professeur Hubert RIPOLL

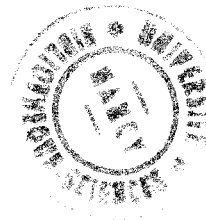
Examineurs

Professeur François KOHLER
Professeur Pierre PARLEBAS

Invité

Monsieur Marcel MAREAU

UNIVERSITE DE NANCY I



NOM DE L'ETUDIANT : Monsieur DENIS Gil

NATURE DE LA THESE : Doctorat de l'Université de NANCY I

VU, APPROUVE ET PERMIS D'IMPRIMER

NANCY, LE 5 FEV. 1992 n°61

LE PRESIDENT DE L'UNIVERSITE DE NANCY I



UNIVERSITE DE NANCY I

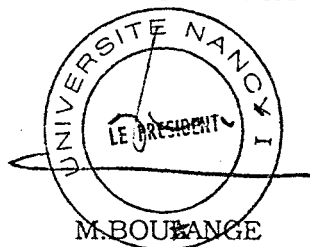
NOM DE L'ETUDIANT : Monsieur PIZZINATO Alain

NATURE DE LA THESE : Doctorat de l'Université de NANCY I

VU, APPROUVE ET PERMIS D'IMPRIMER

NANCY, LE 5 FEV. 1992 n°61

LE PRESIDENT DE L'UNIVERSITE DE NANCY I



REMERCIEMENTS

Nous tenons à exprimer notre plus vive reconnaissance à Monsieur le Professeur **François KOHLER**, Directeur du laboratoire de Santé Publique - Information Médicale et Enseignement Assisté par Ordinateur de la Faculté de Médecine de l'Université de Nancy I, qui a bien voulu non seulement accepter d'encadrer notre travail, mais également mettre à notre disposition tous les moyens nécessaires pour son élaboration. Notre fructueuse collaboration nous a permis constamment d'apprécier sa gentillesse et la qualité de ses conseils qui n'ont d'égal que sa très grande compétence. Qu'il trouve ici, l'expression de notre gratitude.

Nous nous félicitons également d'avoir pu intéresser Madame le Professeur **Monique GRANDBASTIEN**, enseignante en informatique et chercheur au CRIN (Centre de Recherche en Informatique de Nancy). Notre cheminement dans le monde de l'informatique d'abord, puis dans celui de l'intelligence artificielle aurait vite trouvé un terme sans son aide. Son bureau nous a toujours été ouvert, malgré ses nombreuses et très prenantes occupations. Qu'elle trouve ici un hommage à ses compétences professionnelles et ses qualités humaines.

Nos remerciements vont aussi à l'ensemble des membres du jury qui nous ont fait l'honneur de porter un regard et de juger cette thèse :

- Madame le professeur **Marie-christine HATON**, pour la gentillesse et la bienveillance avec laquelle elle a examiné notre travail.*
- Monsieur le Professeur **Pierre PARLEBAS**, pour l'honneur qu'il nous a fait de participer à notre jury de thèse. Sa gentillesse et la qualité de son écoute ont été un constant réconfort.*
- Monsieur le Professeur **Hubert RIPOLL** qui a eu la délicate attention d'avoir bien voulu associer sa compétence à l'évaluation de ce mémoire.*

*Nous sommes également reconnaissants à **Gilles COING**, notre premier expert-joueur, de la disponibilité comme des précieuses remarques qu'il a bien voulu nous accorder pour l'amorce de notre recherche.*

*Nous remercions également le **Tennis Club de Nancy Forêt de Haye** d'avoir mis à notre disposition ses terrains ainsi que ses meilleurs joueurs pour nos expérimentations.*

Que toutes ces personnes trouvent par l'intermédiaire de ces quelques mots le témoignage de notre gratitude.

Ce travail n'aurait pu se développer sans l'aide et le soutien permanent d'une équipe. Nous souhaiterions associer à cette production, l'ensemble de l'équipe du Laboratoire D'analyses Diversifiées des Activités Physiques et Sportives (LADAPS) de l'UFR STAPS de l'université de Nancy 1 et tout particulièrement :

***Dominique MARCHAL**, pour la qualité et la rapidité de ses abstracts, **Michel PAYEN** et **Eric PREDINE**, pour la gentillesse et la compréhension dont ils ont fait preuve pour nous permettre de produire dans sa forme, un document de qualité, et **Françoise LABRIDY** directrice du LADAPS pour avoir maintenu une pression salutaire.*

*Nous adressons également nos remerciements à l'ensemble du collectif d'enseignants de l'UFR STAPS, auquel nous faisons partie, ainsi qu'à sa directrice **Nelly DEVILLE**, pour l'assistance que tous et toutes ont bien voulu nous prêter tant sur le plan matériel que sur le plan des encouragements.*

Nous souhaiterions exprimer une reconnaissance particulière à tous les personnels ATOS de notre unité, et particulièrement Sabine, Catherine et Guy, pour nous avoir offert la possibilité d'utiliser les installations et les matériels en dehors de tout horaire raisonnable, de nous avoir libéré au maximum des tâches administratives et enfin, d'avoir assuré une relecture attentive.

A vous tous, nous exprimons à nouveau, toute notre profonde reconnaissance en espérant que vous trouviez dans ce document le résultat de votre investissement... nous saurons vous le rendre.

REMERCIEMENTS

Gil DENIS

A mes parents,

Une thèse est un exercice de longue haleine.

Vous m'avez donné la force de le poursuivre jusqu'au bout.

Plus que votre aide pourtant conséquente, c'est votre confiance qui m'a soutenu.

A ma soeur, Pascale.

Ses traductions m'ont permis de surmonter le handicap de la prédominance de la langue anglaise dans le domaine de la recherche.

A Bernard THIVENT,

pour son aide mais surtout pour la foi qu'il a en nos travaux communs.

A vous tous, Sabine, Catherine, Guy,

Anne-Marie, Gaby, Christian, Jean-Marie,

Michel, Eric, Dominique, Alain, Nelly, Françoise,

*car il n'y a pas plus important qu'un 'petit coup de main' au moment opportun,
surtout lorsqu'il est donné si gentiment.*

et bien sûr, à Alain PIZZINATO,

collègue, co-thésard et ami.

Nous avons partagé les craintes et les joies, les doutes et les espoirs,

..... nous saurons encore cheminer ensemble.

REMERCIEMENTS

Alain PIZZINATO

*Je tiens maintenant, à remercier tout particulièrement pour sa patience, sa compréhension et son soutien durant la longue période d'élaboration et de mise en forme de ce travail, **Danièle mon épouse**, Qu'elle trouve par ces mots l'expression d'un éloge à la mesure de sa disponibilité.*

*Bien qu'il ne joue pas très bien au tennis et bien qu'il ait préféré la solitude quasi malade du nageur batracien à l'éclatante et chaleureuse lumière du joueur de tennis, ma gratitude ira tout de même et pour les mêmes raisons que précédemment, à mon cher collègue et néanmoins amis **Gil DENIS**. Que l'éclatante compréhension et compassion dont il a fait preuve envers quelqu'un qui commençait à s'investir dans le dur contexte de l'intelligence artificielle, trouve ici et par ces quelques mots, l'expression d'un éloge mérité.*

*A **Pascale**, la soeur de mon eminent collègue gil, à qui je rend grâce pour la qualité et la rapidité de ses recherches. Qu'elle veuille bien accepter ici, mon affectueuse reconnaissance.*

*Je tiens, enfin, à exprimer ma profonde reconnaissance à **Gérard GILLOT** pour avoir bien voulu encadrer mon travail pour l'obtention du DEA de l'université de DIJON mention STAPS. A travers lui, c'est toute l'équipe des enseignants de **L'UFR STAPS de DIJON** ainsi que son directeur, que je souhaite remercier pour m'avoir donné la possibilité de m'engager dans cette orientation de recherche. Pour la gentillesse avec laquelle ils m'ont accueilli, je leur exprime mon entière gratitude.*



SOMMAIRE

TOME 1

**- PARTIE 1 -
INTRODUCTION**

**- PARTIE 2 -
LES DIFFERENTES APPROCHES DE LA PRISE DE DECISION
DANS LES SPORTS D'OPPOSITION**

**- PARTIE 3 -
LES PRINCIPES ESSENTIELS DE L'INTELLIGENCE
ARTIFICIELLE**

**- PARTIE 4 -
PRISE DE DECISION ET INTELLIGENCE ARTIFICIELLE EN
SPORT**

**- PARTIE 5 -
LE SYSTEME L.I.F.T : SYSTEME A LOGIQUE INFORMATIQUE
POUR LA FORMALISATION DES CONNAISSANCES EN TENNIS**

**- PARTIE 6 -
PROSPECTIVE ET CONCLUSION**

TOME 2

DESCRIPTION DU MODELE

BIBLIOGRAPHIE

ANNEXES

INDEX

TABLE DES ILLUSTRATIONS

TABLE DES MATIERES



AVANT - PROPOS

Cette thèse est le fruit du travail de deux personnes.

La motivation essentielle de cette collaboration réside dans la nécessité de mobiliser des connaissances pointues dans des domaines distincts.

Alain PIZZINATO, spécialiste de l'activité TENNIS, travaille sur les problèmes de la prise de décision en sport. Gil DENIS s'est spécialisé dans l'adaptation de l'outil informatique aux spécificités des Sciences et Techniques des Activités Physiques et Sportives (STAPS).

C'est donc tout naturellement qu'ils ont trouvé dans l'intelligence artificielle (IA) le prolongement de leurs interrogations mutuelles.

La critique constructive des différentes approches liées à la prise de décision en sports d'opposition est donc l'œuvre d'Alain PIZZINATO, alors que Gil DENIS décrit les principes essentiels de l'IA en vue de leur exploitation dans la problématique commune. Ils se rejoignent lorsqu'il s'agit de formaliser la connaissance au sein d'un modèle dynamique, l'un servant d'expert, le second de cognitif.

Le système L.I.F.T. est le résultat de ce travail en duo.

PARTIE 1

INTRODUCTION



" Qu'est-ce qu'un modèle, que peut utiliser un joueur, et qu'est-ce qu'un joueur qui peut utiliser un modèle ? "

Comment ne pas percevoir dans cette transposition de la question posée par Allen NEWELL et Herbert Alexander SIMON, lors de l'ouverture de la conférence TURING en 1975 ("qu'est-ce qu'un symbole, que peut utiliser l'intelligence et qu'est-ce que l'intelligence qui peut utiliser un symbole ?") toute l'interrogation qu'un secteur de production de comportements humains tel que celui des activités physiques et sportives, se pose vis à vis de son évolution. Il serait aisé de porter un tel débat sur le pôle de la rationalité, d'ailleurs maintes fois suggéré et développé par le souci constant d'amélioration des performances motrices dont se font l'écho bon nombre de travaux en ce domaine. A l'inverse, il serait également aisé de porter le débat sur un pôle totalement contradictoire vis à vis du premier, un pôle nécessairement irrationnel, illogique dans son acception purement mathématique, un pôle où le refus de la métaphore de la "machine humaine" n'aurait d'égal que la symbiose recherchée avec un "affect ", source originelle des actions humaines.

Quelles perspectives ? Nul jugement de SALOMON ne saurait à cet instant nous être d'un grand recours. Nul et non avvenu, pourrions nous dire car comme à la manière de l'écoulement du temps qui,

en nous rapprochant de la fin de la vie, nous éloigne d'autant plus de notre naissance, le choix de l'un conduirait immédiatement l'autre à souscrire de façon encore plus profonde à la primauté de son champ. Mais le joueur lui, ne peut se contenter d'un tel discours. Il joue pour gagner, il joue pour s'amuser. Cruelle ironie d'une sémantique qui ne va le replacer ni sur un pôle et ni sur un autre, cruelle ironie d'une symbolique qui va le replacer à la fois sur l'un et sur l'autre. La rhétorique est aisée, la pragmatique est difficile mais c'est dans cette voie que nous nous dirigeons.

Développer une interrogation sur le joueur, c'est porter un regard simultanément sur son fonctionnement et sur l'activité dans laquelle ses actions prennent un sens. On joue à plusieurs, et le jeu devient collectif, on joue à deux, et le jeu devient duel. Le joueur est face à un ou plusieurs adversaires, avec éventuellement l'aide d'un ou plusieurs partenaires. Son objectif est de vaincre la partie adverse, soit grâce à des compétences plus développées, soit grâce aux faiblesses des opposants, soit grâce aux deux. Beaucoup d'éléments vont devoir être pris en compte dans la mesure où beaucoup d'éléments constituent le cadre de fonctionnement du joueur. Cette perspective nécessairement systémique, si elle rend plus crédible la description d'une réalité, conduit conjointement à en perturber sa compréhension. Ce qui est important, nous dit cette approche, c'est plus les relations entre les éléments que les éléments eux-mêmes.

Formuler un tel projet revient de fait, à créer un nouveau secteur d'intervention. Cependant, si les études portant sur les "structures" du système ont pu s'appuyer sur des "objets" bien déterminés quant à leur nature, leur mise en œuvre dans l'action provoque bien des soucis à qui s'engage dans de telles investigations. Comment décrire de la façon la

plus pertinente qui soit, un " fonctionnement " qui possède dans "l'essence" même de son "moteur" des éléments non identifiables à l'instant "t" choisi pour cette description ? L'outil que constitue le schéma doit laisser sa place à un autre type d'outil, un outil qui peut contenir dans sa représentation la possibilité de dépassement des difficultés évoquées précédemment. Le "modèle" nous offre une telle démarche. Face aux limites de la représentation quasi " géométrique " d'un phénomène que souligne la notion de schéma, le fondement logico-mathématique du modèle, à l'inverse, justifie pleinement son rôle dans l'analyse d'un système. Dans cette orientation, chaque élément n'a de sens que par rapport au type de relation qui le lie avec les autres. L'un est ainsi porteur d'une signification pour l'autre, donc d'une information. Dans la complexité de sa réalité, le joueur est placé dans des relations de cet ordre avec les autres structures du jeu

ETUDE DE LA STRUCTURE

Etudier de cette manière un système peut se décrire en termes de mode particulier de traitement des informations contenues dans ce système. Si l'on reprend également sa caractéristique de complexité, l'outil d'analyse peut maintenant se comprendre en tant que traitement complexe des informations. Comment ne pas voir émerger dans cette façon de réfléchir sur un phénomène, l'identité d'objet avec une discipline dont Allen NEWELL et Herbert SIMON s'attachaient au début à définir comme effectivement "un traitement complexe de l'information" : l'intelligence artificielle.

Notre intention à ce moment de la réflexion se situe moins dans une recherche d'approfondissement de cette discipline, discutée par

ailleurs ultérieurement, que dans celle d'une détermination des conditions de départ, des faits qui nous ont conduits à considérer la pertinence d'une "liaison" entre notre problématique et l'intelligence artificielle au sein du secteur des sports d'affrontement duel. Dans ce type d'activités, aborder un tel questionnement ne peut faire l'économie d'une interrogation sur le délicat problème de la prise de décision en tant que facteur essentiel d'efficacité du sportif.

Deux types d'argumentation nous autorisent à de telles conclusions. Tout d'abord, la nature même de l'activité choisie fait émerger un cadre d'analyse original. Notre curiosité, mais également nos compétences et nos goûts, se sont portés sur la pratique sportive d'opposition duelle que constitue le tennis. Une des particularités de cette discipline est le paradoxe de son système de score, caractéristique d'ailleurs générale des sports de raquette. En effet, le mode d'enregistrement des résultats adopté ne constitue pas une représentation entièrement fidèle du rapport de force. Afin de préciser cet aspect, essayons de nous replonger quelques instants sur cet élément. Le but de l'activité est de battre l'adversaire en sortant vainqueur d'une rencontre se déroulant sur la base de gain de points qui permettent le gain de jeux conduisant au gain de sets et enfin au gain du match. Afin de parvenir à ce résultat, le joueur doit obligatoirement marquer plus de sets que son adversaire, sans forcément marquer plus de jeux ou de points. L'exemple suivant nous illustre cette constatation.

Au cours d'une rencontre se déroulant au meilleur des 5 manches, le joueur A bat le joueur B sur le score de : 0/6 - 0/6 - 7/5 - 7/5 - 7/5. Le nombre de jeux gagnés par A est de 21, et le nombre de jeux gagnés par B de 27. Bien qu'ayant gagné la rencontre, le joueur A n'a

donc remporté que 21 jeux, alors que le joueur B en a remporté 27. Nous pourrions émettre la même remarque en ce qui concerne le gain des points dans la mesure où il faut 4 points au moins et 2 points de différence pour gagner un jeu. Ce que nous voulons montrer à travers cet exemple concerne le fait que le système de score privilégie l'aspect stratégique des conduites avant l'efficacité technique. Il ne s'agit pas de chercher à marquer globalement plus de points ou de jeux que son adversaire, mais de concrétiser des situations bien particulières au score. Eu égard à cet aspect, toutes les phases de jeu en tennis ne présentent pas les mêmes caractéristiques quant à leur degré d'importance. Analyser cette pratique sportive en faisant une abstraction totale de ces conditions peut rendre inopérante une tentative d'explication ou de représentation des comportements en jeu dans la prise de décision des joueurs.

Le deuxième type d'argumentation que nous souhaiterions développer met en avant le statut bien particulier et ô combien important dans le jeu d'une situation rencontrée en tennis : la phase service - retour de service. Cette phase de jeu contient trois composantes décisionnelles essentielles à partir desquelles pourra se construire notre problématique.

Première composante, **l'effet de primauté** de la phase service - retour de service vis à vis du jeu. L'affrontement commençant réglementairement par cette situation, elle donne immédiatement l'orientation quasi finale de l'issue de la rencontre. Ceci sera d'autant plus marqué si :

- ❑ Les conditions de jeu, la rapidité du revêtement en particulier, augmentent son efficacité.
- ❑ Elle constitue le point fort mais également le point faible des joueurs.

- ❑ Ce dernier point est porté à la connaissance de l'un ou de l'autre (il sait ...) ou de l'un et de l'autre (il sait qu'il sait ...).

Deuxième composante, l'effet de reproductibilité.

Chaque point commençant réglementairement par cette situation, sa répétition repose à la fois le même problème et un problème différent aux joueurs. Problème identique car rien ne peut être définitif dans la mesure où le joueur se retrouve constamment dans cette phase de jeu. Problème différent car tout peut être remis en cause par le déroulement de la situation précédente.

Troisième composante, l'effet de complexité. Si nous reprenons les règles de jeu inhérentes à cette situation, nous pouvons constater :

- ❑ Que le côté d'exécution du service et du retour de service est alternativement le côté droit puis gauche du terrain, en commençant chaque jeu par le côté droit .
- ❑ Que le serveur peut se placer où il le souhaite le long de la ligne de fond de court, sur son côté de service et que le relanceur peut en faire de même sur tout le terrain.
- ❑ Que la zone-cible au service est relativement grande (26,33 m²).
- ❑ Que la forme d'exécution du service n'est pratiquement pas limitée (la balle doit être frappée avant qu'elle ne touche le sol sans déplacement préalable du serveur).
- ❑ Que la hauteur du filet n'est pas constante sur les côtés de réalisation de cette situation (0,915 m à l'une des extrémités correspondante au centre du terrain, 1m07 à l'autre extrémité sur l'extérieur du terrain).
- ❑ Que le serveur dispose de deux essais ou plus dans le cas de balles "let".

Tous ces éléments, en définissant également le critère complexité de notre situation, produisent des conséquences non négligeables sur la façon d'appréhender la relation situation - comportements. En reprenant les conclusions présentées ci-dessus, nous pouvons remarquer :

- ☐ Que les deux côtés d'exécution de la phase service - retour de service correspondent à des situations de score bien particulières.
- ☐ Que l'exécution motrice est une fonction qui relie la latéralité du serveur et du relanceur avec le côté du terrain dans lequel s'exécute le service.
- ☐ Que cette exécution motrice peut de la même façon, être une fonction du rang de la balle à servir (première ou deuxième balle).
- ☐ Que le serveur peut varier sa stratégie, la zone à atteindre dans le carré de service adverse et le type de balle à jouer.

QUELLE DEMARCHE ?

Si nous passons du phénomène " goût " au phénomène "intérêt" nul doute que cette phase de jeu ne constitue un objet d'étude tout à fait judicieux pour qui cherche à mettre en évidence le fonctionnement décisionnel en cours. Entrevue selon cette orientation, la situation service - retour de service se présente à nous comme une situation de résolution de problème dont nous venons rapidement d'esquisser l'espace de problème. A ce stade de notre réflexion, nous ne pouvons considérer que l'utilisation d'un outil qui ne fasse porter nos investigations que sur un seul domaine, un seul "nœud de connaissance" de cet espace, soit d'une réelle pertinence quant à la mise en évidence des processus décisionnels en jeu dans cette phase. D'autre part, compte tenu de la pluralité et de la

complexité des faits disponibles pour la recherche de l'efficacité de la prise de décision du joueur, l'activité ainsi développée tend à se rapprocher beaucoup plus du cadre de la rationalité procédurale que de celui de la rationalité positive (SIMON, 1991). L'action de l'exécutant nous semble devoir s'appuyer fortement sur des règles de nature "empirique" car fortement liées avec l'expérience. Dans le contexte que nous venons de décrire, l'heuristique supplante l'algorithmique.

Sans valider la distinction que fait ANDLER (1987) entre l'intelligence artificielle "technologie" et l'intelligence artificielle "science", fonctionner dans l'esprit de cette discipline c'est également avant tout adopter le parti de la formalisation et de la manipulation de nos connaissances. Cette incitation à l'explicitation, selon les termes de LE NY et RICHARD (1986), développe une attitude constamment tournée vers la volonté de compréhension des évidences donc quelque part de nos savoirs avant celle de leur remise en cause. C'est à ce titre que l'aide apportée par l'intelligence artificielle nous est d'un précieux secours. La conséquence est de deux ordres: en aval, c'est de l'aboutissement sur une modélisation dont il s'agit, en amont, c'est d'un questionnement sur le mode de création et d'utilisation des connaissances dont il sera question.

PROBLEMATIQUE

Compte tenu des caractéristiques de primauté, de reproductibilité et de complexité de la structure support de la confrontation duelle, l'activité cognitive du sujet amenant à l'efficacité d'une prise de décision nous conduit à faire apparaître la mise en œuvre de trois types d'informations :

- ❑ Des informations liées à des conditions inhérentes à la structure, conditions stables et permanentes.
- ❑ Des informations liées à un élément de la structure.
- ❑ Des informations liées à l'évolution temporelle des différents événements résultant de l'opposition.

Notre problématique peut également se définir en terme de démonstration des différences d'utilisation de ces informations non seulement dans le temps, mais également dans leurs interactions réciproques.

HYPOTHESES GENERALES

Partant du constat que dans la phase service - retour de service, la seule activité de prise d'informations visuelles ne conduit pas nécessairement à la mise en place des conditions d'efficacité de la prise de décision des joueurs, nous formulons l'hypothèse de son origine dans une analyse de la structure et du fonctionnement de la phase étudiée.

A cet effet, nous montrerons que le processus décisionnel sous - jacent peut se concevoir en tant que combinaisons particulières des diverses sources informationnelles dont peuvent disposer les exécutants.

Enfin, l'élément essentiel de nos propositions sera de considérer le facteur "temps" comme le moteur de la mise en interaction des différents types d'informations. Ce facteur détermine en fait non seulement les interactions mais également le degré d'investissement de chaque partie d'informations.

PRESENTATION DU MEMOIRE

La nature et le nombre d'informations à la disposition des joueurs de tennis dans la phase service - retour de service, conduisent à donner au fonctionnement décisionnel mis en œuvre dans cette situation particulière du tennis, son caractère de complexité. Face à ce problème, l'utilisation d'une approche de type intelligence artificielle nous permet de conduire un travail sur la compréhension et l'utilisation des connaissances mises en jeu dans la prise de décision des exécutants.

Le **chapitre 2** nous permettra de reconsidérer la nature, la méthodologie et les résultats obtenus par les différentes orientations actuelles d'investigation sur la prise de décision dans les sports d'opposition en général (sports collectifs, sports de raquette, sports de combat), ainsi que leurs limites.

Le **chapitre 3** présentera les principes essentiels de l'intelligence artificielle, fondements du choix de cette approche pour l'étude de la prise de décision des joueurs de tennis.

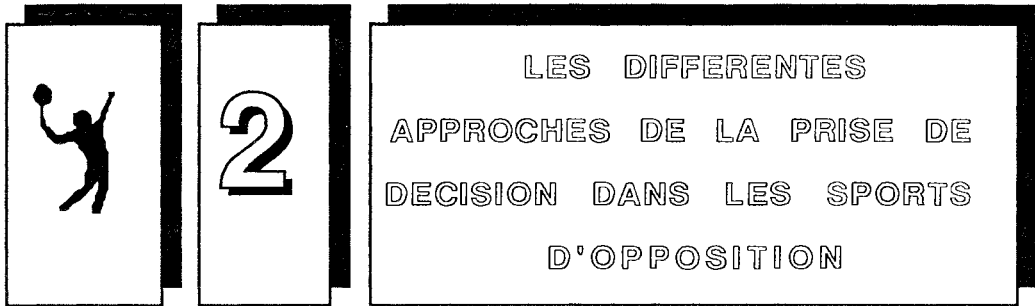
Le **chapitre 4** mettra en évidence les travaux récents qui tentent "d'interroger" la prise de décision en sport sous l'angle de l'intelligence artificielle.

Le **chapitre 5** montrera l'élaboration du modèle de prise de décision des joueurs de tennis que nous avons réalisé. L'implantation informatique de ce modèle, appelé LIFT, nous permettra d'évaluer sa cohérence.

Enfin, le **chapitre 6**, dernière partie de ce document, proposera une évaluation de la pertinence de l'approche utilisée face aux objectifs de départ, ainsi que des modifications et des nouvelles orientations à apporter pour un prolongement de notre travail.

PARTIE 2

LES DIFFERENTES APPROCHES DE LA PRISE DE DECISION DANS LES SPORTS D'OPPOSITION



II.1 - APPROCHE CHRONOMETRIQUE

Dès l'instant où le fonctionnement humain a été "modélisé" en terme de système de traitement de l'information (DEMAILLY et FERNANDEZ, 1985), la compréhension de la nature et de la fonction des éléments de ce système s'est posée. En acceptant comme le souligne REQUIN (1980), le postulat de la linéarité des opérations de traitement des informations, l'approche chronométrique devient pertinente pour l'étude de l'activité décisionnelle du sportif.

L'objet de cette approche concerne donc l'étude des stratégies décisionnelles utilisées par les sujets, sur la base d'une correspondance entre le comportement observé (élément révélateur de la stratégie adoptée) et les caractéristiques de la situation problématique mise en place. L'utilisation du modèle général du traitement de l'information, établi selon un mode sériel par THEIOS¹, a fournit le cadre

¹ modèle qui décrit le fonctionnement humain selon cinq étapes :

- * étape 1 = processus sensoriel
- * étape 2 = identification du stimulus
- * étape 3 = détermination de la réponse
- * étape 4 = sélection du programme de réponse
- * étape 5 = processus moteur

théorique des différentes expérimentations menées dans ce domaine. Les mesures effectuées ont été les suivantes : le temps de réaction, censé traduire le décours temporel des étapes supports de la prise de décision, le temps de mouvement qui définit l'étape d'exécution, le temps total de la réponse, somme de ces deux temps, représentant la durée totale du processus à partir de la saisie d'indices jusqu'à la réalisation de l'action et enfin, le taux de réussite. L'analyse des variables manipulées nous incite à présent à opérer une distinction quant aux particularités des situations mises en place. D'un côté nous trouvons des investigations concernant ce que TEMPRADO et FRANCES (1989) ont dénommé des micro-stratégies cognitives de décision sur la base de situations plutôt de type "laboratoire" et de l'autre côté, des recherches traitant de stratégies finalisées par une action ou un geste sportif caractéristique, à partir de situations plutôt de type "terrain".

II.1.1 - Les micro - stratégies cognitives de décision.

Une première orientation nous fait nous intéresser aux travaux du courant canadien de psychologie du sport. Dans ce contexte, les sujets se trouvent confrontés à des tâches de temps de réaction de choix à deux alternatives (TRC), dont le but est de répondre le plus rapidement et le plus justement possible à un stimulus visuel, soit en touchant une cible, soit en déplaçant un chariot vers la droite ou vers la gauche de façon à intercepter un jet lumineux. Les variables manipulées portent sur :

- L'incertitude événementielle en jouant sur les probabilités d'apparition de deux événements selon trois niveaux, .9/.1, .7/.3, .5/.5.

- ❑ Le temps laissé au sujet pour exécuter son action ou temps disponible selon trois modalités, temps long de 1100 ms, temps moyen de 975 ms et un temps court de 850 ms.

L'étude exhaustive de TEMPRADO (1989a) sur les résultats obtenus permet de bien synthétiser les multiples conclusions suggérées par les différents chercheurs. L'analyse des données rapportées conduit à situer les stratégies décisionnelles adoptées en trois catégories distinctes :

- ❑ Des stratégies basées sur la réduction du temps de réaction à partir de la mise en place de comportements de type anticipation. Ces stratégies se rencontrent dans les tâches où le TRC à deux alternatives occupe une grande partie du temps total de la réponse.
- ❑ Des stratégies basées sur la recherche de réduction du temps de mouvement, caractérisant ainsi un comportement de type réactif. Le sujet met l'accent maintenant sur la réussite de la tâche mais au détriment de la précision requise.
- ❑ des stratégies décrites comme mixtes où les sujets établissent un compromis entre la recherche de précision, par la réduction du temps de réaction, et l'amélioration du taux de réussite, à l'aide de la mise en jeu de comportements destinés à réduire le temps de mouvement.

En ce qui concerne les critères de choix de telle ou telle stratégie, nous retiendrons les hypothèses avancées par PROTEAU et LAURENCELLE (1983). Les auteurs montrent que l'exécutant utiliserait en

priorité une stratégie basée sur un mode réactif dans la mesure où il lui serait effectivement possible de réduire le temps de mouvement. Il privilégierait ainsi la pertinence de la réponse par rapport à sa précision, compte tenu de la forte pression temporelle inhérente aux tâches proposées. Le comportement de nature plus anticipatoire est quant à lui utilisé dans des situations où le temps de réaction occupe la majeure partie du temps total de la réponse, mais également dans les cas où les erreurs sont faciles à corriger (en particulier en fonction d'un coût temporel relativement faible) et où les sujets ne peuvent se servir des probabilités assignées à chaque événement pour diminuer leur temps de réaction. En ce qui concerne l'analyse des stratégies mixtes, peu de remarques sont amenées par les auteurs. L'orientation choisie par TEMPRADO (1989b) développe cet axe de recherche quelque peu différent des précédents dans la mesure où son objet d'étude concerne le problème du contrôle séparé de la phase de départ ou amorce et de la phase d'exécution de la réponse. Pour l'auteur, les sujets seraient capables de mettre en place dans ces deux étapes, des stratégies opposées afin d'améliorer l'efficacité de la réponse requise. La situation support consistait en une tâche à choix dichotomique nécessitant l'envoi d'une balle sur une cible à droite ou à gauche de l'exécutant, dans laquelle l'expérimentateur faisait varier les probabilités d'apparition des événements, la taille de la cible et le temps alloué au sujet pour exécuter son lancer. Les résultats montrent que la diminution de la cible pousse les sujets à adopter une gestion contradictoire de l'amorce et de l'exécution de la réponse.

Face aux exigences des situations de laboratoire, cette "fragmentation" du comportement décisionnel ne peut nous inciter à une quelconque extrapolation sur des activités impliquant de façon plus

globale l'individu. la série de travaux que nous proposons à présent tente de répondre à cette interrogation.

II.1.2 - Stratégies et action sportive.

Une première tentative de liaison entre les travaux portant sur les stratégies mises en place par des exécutants dans des situations ne mettant pas en jeu une structure particulière repérée et le champ des pratiques sportives, nous est amenée par PROTEAU, TEASDALE et coll (1983). Dans cette étude, la tâche des sujets consiste à déplacer le plus vite possible un chariot sur un rail vers la droite ou vers la gauche, afin d'intercepter un jet lumineux. La tâche se déroule dans des conditions où l'expérimentateur fait varier les probabilités d'occurrence des événements ainsi que le temps accordé aux sujets pour compléter leur réponse. Les auteurs établissent une analogie entre la condition temps accordé court et une phase de jeu en badminton au cours de laquelle un joueur en position de défense serait en mesure de prédire l'arrivée d'un smash de la part de l'attaquant. Sur la base des conclusions de leurs travaux, PROTEAU, TEASDALE et coll (1983) indiquent que, rapporté au cadre sportif évoqué, le joueur serait prêt à défendre la partie de terrain qu'il estime la plus menacée, sans pour autant anticiper l'action adverse.

Cette remarque peut sembler malgré tout en contradiction avec l'analyse des stratégies décisionnelles de gestion de l'espace utilisées par des joueurs de tennis de haut - niveau dans une situation de retour de service que nous avons menée (PIZZINATO, 1990).

En effet, ce comportement de placement à priori n'a pas été significativement observé. Cette divergence de comportements pourrait

trouver des tentatives d'explications dans l'analyse que font les auteurs précédents des résultats de leurs expérimentations. Ceux-ci montrent dans un premier temps, que l'initialisation anticipée des réponses ne s'observe que dans le cas où le temps accordé est court (850 ms). Par analogie, nous serions donc enclins à penser que le temps laissé au joueur afin d'exécuter son action dans la situation de retour de service, serait supérieur à cette valeur. Or, les mesures effectuées par DUREY (1987) montrent que dans le cas le plus faible (cas d'une deuxième balle servie sans effet, sur terre-battue considérée comme une surface lente), le temps que met la balle du serveur pour atteindre le fond de court, temps auquel on peut donner le qualificatif de temps accordé, est de 720ms. Ce raisonnement ne peut donc être validé par cet argument. Dans un deuxième temps, les auteurs indiquent que seule la condition de probabilités égales des deux possibilités ne conduit pas les exécutants à déplacer leur position de départ. Il semblerait donc que cette condition d'équiprobabilité d'occurrence des événements justifie plus l'absence d'anticipation de placements des joueurs de tennis de haut niveau en situation de retour de service. Cependant l'état actuel de la littérature dans ce domaine ne nous permet pas d'aller au delà du simple énoncé de cette hypothèse.

Les investigations de STEIN (1981, 1987) nous permettent à présent d'aborder un autre versant dans ce type d'approche, celui mettant en avant le rôle de la complexité de la réponse dans le choix de la stratégie de décision des exécutants. A travers une tâche d'opposition duelle s'apparentant à une situation de "un contre un" en rugby, l'auteur étudie le comportement décisionnel du joueur en situation de défenseur face à différentes actions de l'attaquant. Les conditions expérimentales concernant ces études, font varier conjointement le degré de l'incertitude

sur la direction du déplacement de l'attaquant (incertitude nulle ou maximale) et le degré de difficulté des actions à réaliser pour le défenseur (action simple, action complexe). Les comportements décisionnels sont mis en évidence sur la base de la prise en compte de critères de rapidité et de réussite de l'action. Les résultats montrent l'adoption de deux stratégies :

- ❑ Une stratégie de séquentialisation qui conduit le défenseur à déclencher plus rapidement les actions complexes.
- ❑ Une stratégie de préparation prioritaire pour ce type d'action.

L'interprétation que nous donne STEIN (1987) de ces deux comportements indique que face aux contraintes temporelles et à l'aléatoire des actions adverses que l'on peut rencontrer dans ce genre de tâche sportive, l'athlète ne pourrait plus s'appuyer que sur des stratégies d'anticipation, et ceci à travers une mise en place de processus préparatoires conduisant à une diminution de son temps de réaction.

L'utilisation du conflit temps requis/temps disponible se retrouve de la même façon dans les travaux intéressant le cadre de l'escrime. Cette pratique sportive d'opposition médiée par une arme fournit un champ de recherche très pertinent, dans la mesure où les contraintes évoquées dans les études antérieures (effet du poids des probabilités d'apparition de certaines actions en particulier) sont ici au cœur de l'efficacité des réponses des exécutants. Dans le premier temps de cette problématique, le travail de LESEUR (1989) tente de mieux comprendre les composantes de l'activité décisionnelle de l'escrimeur en terme de rapidité d'action. Grâce à l'utilisation d'un simulateur de type METERES, construit pour recueillir les temps de réaction d'escrimeurs en situation spécifique (MOREAUX, CHRISTOV et coll, 1987), l'auteur enregistre les

performances de fleurettistes de haut-niveau. Les paramètres analysés concernent le temps de réponse, la justesse et la précision des actions en fonction de deux modalités de passage chronologiquement différentes, avant puis après un entraînement spécifique de type multidimensionnel. Les résultats obtenus démontrent une amélioration des performances à travers une meilleure gestion du conflit vitesse - précision. Cependant, en terme de prise de décision, ces conclusions amènent uniquement l'auteur à émettre le principe d'amélioration de la vitesse de traitement des informations chez les escrimeurs.

Cette faiblesse des résultats quant au fonctionnement décisionnel du sportif peut être dépassée par les remarques issues de l'étude RODJONOV et TURECKIJ (1981). L'objet de leurs travaux porte sur l'analyse des mécanismes de la prise de décision d'escrimeurs en situation de combat extrême. Les auteurs enregistrent les temps de réaction de sabreurs de haut-niveau à l'aide de capteurs sismiques de type SMV-30N placés sur la coque de l'arme. Différentes conditions expérimentales sont envisagées dans lesquelles les probabilités assignées aux événements susceptibles d'apparaître prennent des valeurs différentes. Les données recueillies incitent les auteurs à considérer qu'au cours d'actions de probabilités différentes, l'escrimeur prendrait sa décision de façon précoce. Les sous-bassements de ce comportement sont annoncés comme étant issus d'un modèle subjectif des probabilités des actions adverses.

II.1.3 - Limites.

Le regard que l'on peut porter sur l'ensemble de ces travaux nous conduit à plusieurs réflexions. D'une part, la manipulation

isolée de l'ensemble des variables décrites (incertitude temporelle et spatiale des événements, degré de complexité des réponses, les probabilités des actions) ne nous donne que peu d'indications sur la gestion conjointe de l'ensemble en situation réelle, même si les tâches rencontrées permettaient des possibilités de variation couplées de certaines d'entre elles. Leur degré de pertinence dans le processus décisionnel du sportif ne peut donc être véritablement mis à jour. D'autre part, si la prise en compte des probabilités semble un élément important de l'orientation du comportement décisionnel des sujets, celle-ci est uniquement évoquée soit de façon binaire (deux événements sont susceptibles d'apparaître) soit au travers d'un "modèle subjectif" donc fortement individualisé.

Outre ces remarques, cette première approche joue en fait pour nous le rôle de révélateur d'un questionnement plus fondamental portant sur la compréhension des mécanismes décisionnels des sportifs. Les questions qui sont mises à jour abordent deux grands aspects : le problème de la précision sur la nature des paramètres susceptibles d'orienter la réponse de l'exécutant et celui plus crucial, traitant des conditions et des "règles" structurant le déroulement du processus décisionnel. Telles sont les interrogations que vont chercher à éclaircir les travaux suivants.

II.2 - APPROCHE PROBABILISTE

Cette autre approche tente de répondre au souci de rationalité qui caractérise toute recherche d'efficacité d'une prise de décision. Deux orientations seront proposées dans ce cadre bien particulier, d'un côté l'énoncé de modèles probabilistes sur la base d'analyse mathématique des situations et de l'autre côté les règles de décision par l'utilisation conjointe de probabilités subjectives et de valeurs d'utilité.

II.2.1 - Modèles probabilistes.

Cet aspect de l'utilisation du cadre des probabilités sera essentiellement envisagé au travers d'un contexte sportif précis, support d'une littérature fournie, celui de l'opposition duelle. Deux activités font l'objet de recherches, le tennis et le squash de compétition. En ce qui concerne le cadre du tennis, les études que nous allons aborder, ont comme point central la phase de service . Ces recherches s'inscrivent dans une analyse peu usitée dans les rapports d'opposition, celle concernant le joueur décideur considéré comme ayant l'initiative de l'action et non sur le joueur en attente considéré comme devant répondre à l'urgence de la situation.

Ce cadre a conduit les chercheurs à construire une stratégie du sportif à partir d'un modèle incluant une analyse de la structure du jeu et de son évolution. Le but de la majorité des travaux que nous souhaiterions aborder est de déterminer la qualité de la balle à exécuter au service en terme de vitesse et ceci en fonction de la nature du service

donnée par les exigences réglementaires, premier ou deuxième service. L'analyse est objectivée à travers les probabilités de gagner le point à partir de quatre stratégies possibles :

- 1) premier et deuxième service rapides
- 2) premier service rapide et deuxième service lent
- 3) premier et deuxième service lents
- 4) premier service lent et deuxième service rapide

Les modèles probabilistes donnés par GEORGE (1973) sont représentés dans le tableau 1.

Tableau 1 : probabilities of wining by strategy (GEORGE, 1973)

SERVE			
STRATEGY	FIRST	SECOND	P(A)
1	STRONG	STRONG	$P(AS) + P(AW) \times [1 - P(S)]$
2	STRONG	WEAK	$P(AS) \times [2 - P(S)]$
3	WEAK	WEAK	$P(AW) \times [2 - P(W)]$
4	WEAK	STRONG	$P(AW) + P(AS) \times [1 - P(W)]$

P(A) représente le probabilité de gagner le point, P(S) et P(W) les probabilités de mettre respectivement un service rapide et un service lent dans les limites réglementaires et enfin P(AS) et P(AW) les probabilités de marquer respectivement le point sur un service rapide et sur un service lent lorsque ceux-ci atteignent l'espace réglementaire.

En appliquant ces résultats à l'analyse de matches de joueurs professionnels, l'auteur met en évidence le fait que la stratégie habituelle d'un premier service fort et d'un deuxième plus faible n'est pas systématiquement la meilleure pour maximiser les probabilités des joueurs à gagner leurs matches. A partir du même modèle probabiliste, des conclusions identiques sont obtenues par KING et BAKER (1979) à partir de l'observation de matches de joueuses professionnelles. Les auteurs tentent de donner une orientation concernant le choix de la stratégie à adopter au service. Cette stratégie reposerait en fait sur des caractéristiques plus individuelles que situationnelles. En particulier, des joueuses habiles dans le jeu au filet seraient avantagées dans l'utilisation de deux balles de service rapides.

Au delà de ces simples analyses, utilisation d'un graphe des scores du jeu permet à BARTOSYNSKI et PURI (1981) d'établir la probabilité de gagner un jeu, notée $G(p)$ dans le modèle, à partir de la probabilité de gagner une balle. La formule obtenue est la suivante :

$$G(P) = \frac{15p^4 - 34p^5 + 28p^6 - 8p^7}{2p^2 - 2p - 1}$$

En accord avec les auteurs, nous pouvons donner l'illustration suivante : une augmentation de probabilité de .05 à partir d'une valeur de probabilité de gain d'une balle de .50 fait passer les chances de gain du jeu de 12,3 % à 62,3 %. A noter cependant que le calcul est basé sur l'hypothèse d'indépendance des deux balles de service, ce qui est peu le cas dans le jeu réel.

Enfin une étude de NORMAN (1985) met en évidence les équations conditionnelles à partir desquelles peuvent être choisies les stratégies de service, à l'exclusion cependant de la stratégie N°4 de GEORGE (1973) déterminée à partir d'une première balle lente et une deuxième balle rapide, et considérée comme non pertinente par rapport au jeu. L'auteur établit, de plus, que la décision d'adopter telle ou telle stratégie est indépendante du score dans le jeu, ce que l'on retrouve dans les autres recherches. Le modèle définitif est présenté dans le tableau 2. Dans ce modèle, p1 et p2 représentent les probabilités d'atteindre la zone réglementaire respectivement avec un service rapide et un service lent, q1 et q2 celles de marquer le point dans ce cas précis à partir d'un service rapide et d'un service lent.

Tableau 2 : modèle probabiliste de la stratégie optimale de service (selon NORMAN, 1985)

premier et deuxième service rapides	$\frac{p_1q_1}{p_2q_2} > 1$
premier service rapide deuxième service lent	$1 > \frac{p_1q_1}{p_2q_2} > 1 + (p_1 - p_2)$
premier et deuxième service lents	$1 + (p_1 - p_2) > \frac{p_1q_1}{p_2q_2}$

Bien que les formules mises en place soient différentes dans leur présentation, l'utilisation des valeurs réelles saisies sur les matches professionnels (GEORGE, 1973 ou KING et BAKER, 1979) conduit au choix de la même stratégie. Les auteurs font rentrer en fait deux notions

dans leur modèle, d'une part la probabilité d'atteindre "la cible" et d'autre part la probabilité de gain du point si la cible est atteinte.

Toujours à partir de cette orientation, une autre série de travaux s'est intéressée à la mise en place d'équations probabilistes pour le joueur de squash, afin d'optimiser ses gains. En particulier, à l'aide d'une analyse stochastique et d'une régression linéaire, WRIGHT (1988) montre que la probabilité de gagner un point est fonction du carré de service que l'on adopte. L'auteur indique de plus, que lorsque le joueur n'est pas en mesure d'estimer correctement le rapport de force avec son adversaire, il peut avoir recours à une règle simple de décision. Ceci notamment sur des cas critiques comme la position au score de 8/8 dans laquelle le joueur doit choisir entre continuer jusqu'à 9 ou 10 points.

Enfin, BELL (1982) retrouve cette orientation de recherche dans son étude des conditions d'optimisation des stratégies possibles en football canadien, activité similaire au football américain. Son travail permet d'analyser les décisions prises en fonction de la variable espace de jeu, à partir des résultats de 46 matches de la ligue canadienne de football. L'auteur montre ainsi que l'optimisation de la décision tactique est basée sur une connaissance des valeurs de probabilités de gains procurées par les différents coups en fonction de la position de l'équipe sur le terrain.

L'utilisation des probabilités est donc ici orientée vers une analyse de type situationnelle d'une phase de jeu sportive. L'autre façon de faire intervenir cette approche est de la prendre en compte à partir d'estimations de l'apparition de telles ou telles possibilités adverses de nature plus interne au sujet. C'est le cadre des règles de décision qui représente cette nouvelle variante.

II.2.2 - Les règles de décision.

Le premier principe qui gouverne cette orientation nous est décrit par LINDSAY et NORMAN (1981) et concerne le problème de l'optimisation de la décision. Dans le cadre sportif, ce principe se retrouve dans toute une série de travaux investissant essentiellement les sports de raquette.

Dans une première approche ALAIN et PROTEAU (1978), par une méthode de questionnement à partir de situations filmées en tennis, squash, badminton et raquetball, indiquent que les joueurs de ces pratiques utilisent la probabilité subjective qu'ils assignent aux coups adverses pour améliorer l'efficacité de leur réponse. Ce même type de remarques est également proposé par ALAIN et PROTEAU (1980) pour démontrer au cours de leur travail concernant les stratégies de réponse dans les sports de raquette, que les joueurs utilisent la probabilité d'occurrence de plusieurs événements pour améliorer la rapidité de leur décision. Dans le cadre plus précis du squash, le souci qui sous tend les recherches dans ce domaine est celui des critères sur lesquels s'appuyerait un joueur en situation de défenseur pour choisir l'état de préparation pertinent face à la situation en cours, pour ALAIN et SARRAZIN (1985). Le choix porte sur trois préparations différentes :

- 1) Préparation totale qui prédétermine complètement le joueur vers une seule possibilité de réponse de l'adversaire.
- 2) Préparation neutre qui consiste pour le joueur à ne privilégier aucune possibilité adverse.

- 3) Préparation partielle permettant au joueur de privilégier une réponse sans pour autant exclure les autres.

Les auteurs montrent que le joueur défenseur prendrait en compte en priorité deux valeurs, la probabilité subjective qu'il donne aux attaques possibles de l'adversaire, notée **Ps**, et la pression temporelle issue de ces attaques, notée **Pt** ou **Po** selon les cas. Le joueur exploiterait également une troisième valeur ², appelée **valeur d'utilité** et notée **Vu**. La combinaison de ces trois valeurs aboutit à une valeur résultante appelée **valeur d'utilité subjective attendue** des différents états de préparation. Cette valeur est obtenue de la façon suivante : dans un premier temps, le joueur mettrait en place une **valeur de rendement attendue (VRA)** pour les différentes décisions possibles en associant la probabilité **Ps** des coups adverses et leurs conséquences (**Co**). Dans un deuxième temps, le joueur ferait rentrer en ligne de compte la **Vu**. Nous obtenons donc la combinaison suivante³ pour chaque option de décision :

$$VUSA = \sum_{i=1}^n Ps_i(Co_i) \times Vu$$

(l'indice " i " correspondant à un coup de l'adversaire)

A l'aide d'une règle de décision basée sur le principe de maximisation de cette valeur résultante, l'état de préparation choisi sera celui qui obtiendra le meilleur score de la combinaison.

² bien que les auteurs indiquent que cette hypothèse n'a pu être vérifiée statistiquement dans cette étude.

³ formulée par nous.

Dans une étude ultérieure ALAIN, SARRAZIN et coll (1986) ont tenté de vérifier si tout d'abord le choix d'un état de préparation est bien le résultat de la prise en compte des probabilités subjectives attribuées à chacun des coups adverses et si d'autre part, la règle de décision dirigeant le choix correspond bien au principe de maximisation d'une valeur espérée.

Au sujet de la première hypothèse, les résultats font apparaître que le choix d'un état de préparation à réagir provient de la prise en compte conjointe des facteurs de probabilités et de pression temporelle, mais uniquement dans le cas d'un choix très global entre une alternative de " smash " et une alternative de " lob ". Quant à la deuxième hypothèse, les résultats mettent nettement en doute le principe de maximisation des valeurs attendues. La principale raison invoquée proviendrait du fait qu'il y aurait une trop grande quantité d'informations à traiter, excédant ainsi la capacité du système cognitif humain de traitement de l'information.

Ces données sont en accord avec les remarques émises par ALAIN et SARRAZIN (1985) dans la conclusion de leur étude. Les auteurs proposent en outre, un autre type de comportement décisionnel basé sur une règle de "satisfaction" développée par SIMON (1955) et à partir de laquelle le joueur choisirait la première option de décision acceptable sans passer par une comparaison exhaustive de toutes les valeurs attribuées aux différentes possibilités décisionnelles, avant de choisir la meilleure. Dans cette orientation, l'individu serait selon les termes de RECOPE (1990), plus pragmatique qu'optimisateur.

II.2.3 - Théorie de la détection du signal.

Cette forme d'utilisation de la notion de probabilités au niveau d'une prise de décision, nous vient des travaux de WELFORD (1977) concernant la mesure des capacités des divers systèmes fonctionnels du système nerveux en terme de rapport signal/bruit. Par analogie avec cette conception, la prise de décision efficace du sportif d'opposition consisterait avant tout à déterminer si l'information qu'il reçoit de l'adversaire est crédible (donc faisant partie de la distribution du signal) ou si cette information est de type "fausse alarme" (donc faisant partie de la distribution du bruit). Pour WELFORD (1977) la performance optimale prend en compte les rapports entre coûts et bénéfices d'une réponse ou d'une absence de réponse, selon la relation :

$$\beta_{\text{ optimal }} = \frac{\text{probabilité d'absence du signal}}{\text{probabilité d'apparition du signal}}$$
$$\times \frac{\text{valeur des réponses NON correctes} + \text{coût des réponses OUI incorrectes}}{\text{valeur des réponses OUI correctes} + \text{coût des réponses NON incorrectes}}$$

On retrouve l'utilisation de cette théorie dans l'étude de NEWELL (1974) traitant des processus de décision des joueurs en position de batteurs au baseball. Dans cette situation, le joueur aurait à choisir entre le fait d'engager ou pas l'exécution d'un mouvement particulier de frappe (le "swing"), compte tenu des caractéristiques de la balle envoyée par l'adversaire. En utilisant la relation de WELFORD (1977), l'auteur met en place un critère optimal de performance, appelé β idéal, qui permet

d'optimiser les différentes probabilités utilisées par le batteur pour fournir sa réponse. La relation obtenue est la suivante :

$$\beta \text{ idéal} = \frac{p(\text{ball})(V \text{ no swing at ball} + K \text{ swing at ball})}{p(\text{strike})(V \text{ swing at strike} + K \text{ no swing at strike})}$$

(V = value, K = cost)

Dans cette conception, la valeur de l'incertitude présente donc une condition essentielle à la réussite de l'action. En portant maintenant notre attention sur le versant de la source de cette confusion entre un signal et un bruit, on peut considérer que le sportif d'opposition pourrait être amené à élaborer sa prise de décision en tentant de placer son adversaire dans une situation au cours de laquelle la détection de l'information pertinente serait difficile. Cette variable incertitude a été le support de l'étude de ALAIN et GIRARDIN (1978). Grâce à l'analyse vidéoscopée de rencontres de haut-niveau en raquetball, les auteurs montrent qu'effectivement les joueurs attaquants considèrent l'augmentation de la quantité d'incertitude procurée par un coup comme le critère de sélection de l'action à produire. Cependant, cette stratégie ne fonctionnerait que dans les cas où la précision prévue devient insuffisante pour obtenir une forte probabilité de succès.

II.2.4 - Limites.

Au niveau des règles de décision, l'argumentation mise en place à la fin du chapitre précédent rend tout à fait compte des difficultés de validation rencontrées. Nous souhaiterions simplement ajouter qu'à la suite de ces remarques, la recherche d'efficacité de la prise de décision

s'enrichit d'un second principe, celui concernant la volonté de maximiser ses gains tout en minimisant ses pertes. En substituant le terme " effort " au terme "perte", RECOPE (1990) nous situe les ajustements préparatoires à l'exécution du geste⁴ comme le cadre d'application de ce principe.

Si nous revenons maintenant sur la première forme d'utilisation de cette approche probabiliste, plusieurs interrogations se font jour. Tout d'abord, il est à noter que les stratégies choisies ne concernent que le problème de la vitesse de la balle. Or, le problème essentiel pour le joueur de tennis en attente du service adverse réside moins dans le fait d'obtenir des informations sur le choix du serveur en terme de vitesse de balle, que dans celui de savoir où va tomber cette balle dans le carré de service. D'autre part, les données enregistrées par GEORGE (1973) et KING et BAKER (1979) à partir de matches de joueurs professionnels le sont de façon globale, sans tenir compte des scores. Il est encore une fois important de signaler que le gain du point présente d'autres caractéristiques de nécessité en fonction de l'urgence de la situation. Le risque de perte d'un set par exemple tend à placer le serveur dans une position telle que la décision qu'il prend peut être définie comme complètement absurde au regard de considérations probabilistes, alors que le joueur recherche plus l'effet de surprise créé par l'adoption d'une stratégie comportant des faibles probabilités de réussite. On peut donc penser qu'à cet instant, le choix du serveur ne se porte pas sur la stratégie optimale calculée sur l'ensemble d'une partie mais sur une stratégie plus ponctuelle même si cette dernière ne recueille pas une valeur élevée dans les modèles utilisés.

⁴ dont l'application dans notre domaine d'étude est définie en termes de comportements préparatoires à l'exécution du geste sportif.

De plus, cette forme d'approche ne peut enregistrer la capacité de modification de stratégie en fonction de l'évolution des scores. Nous ne saurions donc être d'accord avec un modèle de probabilités ne rendant compte que d'un taux de réussite indépendamment de sa position dans le déroulement chronologique d'un match.

D'autre part, la notion de gain du point procuré par telle ou telle stratégie ne peut que nous inciter à la prudence. En effet, cet aspect du problème n'est jamais explicité alors qu'il en constitue l'objet essentiel. Que dire d'une stratégie de service qui permettrait au joueur de ne pas gagner le point directement sur sa frappe de balle (donc avec une probabilité faible), mais qui conduirait systématiquement le serveur à le marquer à la suite d'une volée. Le choix du serveur ne se porterait plus alors sur une stratégie concernant la qualité des balles de service à exécuter mais sur une stratégie portant sur le type d'action à réaliser indépendamment de la nature du service.

Enfin, dans la mesure où cette approche serait effectivement utilisée par le serveur, se pose maintenant le problème du recueil des données en match officiel par le joueur de tennis, dans la mesure où il doit enregistrer puis stocker à la fois ses propres probabilités de réussite et de régularité d'exécution des différents services, ceci afin d'optimiser ses gains lorsqu'il sert, et les mêmes probabilités chez le joueur adverse, s'il veut également remporter les services de son adversaire.

En conclusion de cette approche (modèles probabilistes, règles de décision et théorie de la détection du signal) l'ensemble des remarques nous incitent à investir le comportement décisionnel de

l'exécutant selon une autre orientation. La perspective que nous allons à présent développée aborde une analyse plus procédurale, en évoquant les stratégies opératoires mises en jeu par les sportifs d'opposition. A cet effet, les travaux supports de cette partie nous conduisent à distinguer deux étapes à l'origine de la mise en place du comportement de l'exécutant. Bien que pouvant paraître comme arbitraire, cette répartition n'a d'autre objectif que celui de tenter une classification des résultats obtenus.

II.3 - APPROCHE OPERATOIRE

Face à la complexité de l'acte sportif, l'étude de tâches isolées avec des variables limitées (de type laboratoire) ne peut constituer une prise en compte suffisante du phénomène de prise de décision. La recherche d'investigations de l'activité procédurale de l'exécutant aboutissant à un comportement décisionnel repéré prend ici tout son sens.

En accord avec REUCHLIN (1981), cette perspective constitue la majeure partie des travaux actuels. L'inventaire des processus de collecte, de codage et de traitement des informations devient le fondement des tentatives d'inférences des stratégies cognitives sous tendant les comportements décisionnels des sportifs. Deux grands axes de recherches peuvent se dégager. Le premier se propose de qualifier l'activité pré-décisionnelle de l'exécutant en s'attachant à la description de ses comportements avant l'exécution de l'action. Le deuxième axe conduit une réflexion de nature plus rétroactive en dégagant des logiques de fonctionnement du sportif à partir de l'observation des choix réalisés. L'analyse porte alors sur les résultats de la décision, sur son aspect opérationnel.

II.3.1 - L'activité prédécisionnelle.

Cette phase antérieure à l'exécution de la prise de décision est le siège de phénomènes comportementaux révélateurs d'une certaine orientation de la réponse du sportif. Il n'est donc pas étonnant que dans un souci de compréhension puis d'amélioration des processus mis en jeu, beaucoup de travaux aient choisi comme cadre méthodologique cette

étape précoce dans le système de traitement de l'information. Dans ce contexte, deux approches seront abordées, l'une ayant trait au problème de la saisie de l'information, l'autre à celui de l'optimisation des processus moteurs conduisant à la réponse de l'exécutant.

II.3.1.1 - Etude de la prise d'information visuelle : les indices saisis.

Dans sa recherche d'efficacité, le sportif se trouve en prise directe avec un flot important d'informations provenant du milieu tant physique qu'humain. Il est donc dans l'obligation de sélectionner les indices pertinents et de les interpréter de manière appropriée pour bâtir une réponse adaptée. L'étude de la fonction visuelle en sport montre qu'à côté des processus purement perceptifs liés au fonctionnement du système visuel⁵ apparaissent des processus de nature plus cognitive. Cette recherche d'indices pertinents utiles à l'action en cours se réalise grâce à des opérations de prise d'information que RIPOLL, PAPIN et coll (1983) qualifient de psychosémantiques, celles qui servent de point d'appui à l'exécution de l'action étant qualifiées de psychosensorimotrices. Dans ce dernier cadre, les travaux d'AZEMAR (1987) sur les sports d'opposition duelles, d'ADENIS (1984) sur le tennis et de RIPOLL (1987a) sur les sports de précision fournissent des éléments de compréhension des mécanismes en jeu liés à ce type de fonctionnement visuel tout à fait précis.

En nous recentrant sur l'aspect cognitif des conduites décisionnelles, l'étude des comportements exploratoires visuels de

⁵ processus décrits en particuliers par Marc JEANNEROD dans son article concernant les deux mécanismes de la vision et paru dans "la recherche en neurobiologie" en 1977 dans la collection Point Seuil.

l'exécutant engagé dans une action sportive permet de dégager d'une part les caractéristiques des fixations visuelles mises en jeu et d'autre part, les stratégies exploratoires servant de base au positionnement du regard, donnant ainsi des attributs sémantiques explicites aux indices saisis. Le cadre méthodologique retenu pour ce type de démarche permet d'aborder l'analyse des fixations visuelles soit en situation sportive réelle, soit au travers de l'observation de films videoscopés.

Dans une première forme d'analyse du problème de la saisie de l'information, BARD (1974) montrait que la vitesse et la précision de l'appréciation de trajectoires de balles selon un critère spatial, sont conditionnées par la durée d'exposition de la trajectoire, par sa direction par rapport au joueur et par son angle vertical de projection. D'une façon semblable, WHITING (1979) resituait les processus liés au fonctionnement visuel comme des facteurs d'anticipation de la zone d'interception d'une balle. Enfin, à partir d'une analyse du volley-ball, GARNIER (1973) souscrivait à l'idée selon laquelle il était préférable d'amener le joueur à saisir des signaux significatifs pour la prédiction de la zone de rencontre avec la balle plutôt que d'attendre une observation complète de sa trajectoire.

Les résultats obtenus par JONES et MILES (1978) viennent compléter cette affirmation. Dans cette étude, des sujets devaient prédire la zone d'arrivée des balles d'un joueur de tennis en situation de service dans le carré de service correspondant, à partir de l'observation de films montrant des phases tronquées d'exécution de services. Les conditions mises en place permettaient aux sujets de visualiser les comportements des serveurs soit 42 ms avant la frappe de la balle, soit jusqu'à 136 ms après cette frappe. Les résultats montrent que des sujets considérés

comme experts (des entraîneurs dans cette étude) avaient des performances supérieures à des sujets ayant peu ou pas de pratique compétitive. En mettant en évidence le rôle de l'expérience dans la capacité à saisir des indices pertinents, les auteurs indiquent que les mouvements du serveur avant la frappe de la balle constituent une source potentielle d'informations utilisables par le joueur en situation de retour de service en tennis.

Dans cette logique il apparaît comme essentiel le fait de s'intéresser à la nature des indices saisis par les sportifs considérés en tant qu'experts, dans la mesure où ces indices vont pouvoir amener des conclusions quant à l'optimisation de la prise de décision de l'exécutant. Ce qui devient également primordial, en accord avec les remarques de JONES et MILES (1978), est le fait que ces indices vont se situer dans une phase antérieure à l'exécution de l'action adverse, permettant ainsi au sportif de diminuer la pression temporelle qu'il subit grâce à un décodage plus précoce des intentions de jeu de l'adversaire.

En suivant cette proposition, les conclusions apportées par l'étude de JONES et MILES (1978) concernant la prévision de la zone atteinte par la balle d'un serveur en tennis sont maintenant précisées par les travaux de GOULET, FLEURY et coll (1989). En adoptant une technique d'occlusion visuelle temporelle, les auteurs se proposent d'une part d'étudier le degré de contribution de différentes phases dans l'exécution du service en tennis (phases qui se situent avant et après la frappe de la balle par le serveur) afin d'être en mesure d'identifier la nature de ce dernier selon l'effet et, d'autre part, de s'intéresser aux informations utilisées à partir d'une comparaison de performances en fonction du degré d'expertise. Les résultats montrent que les phases précédant l'exécution

d'un service sont des sources de prise d'information pour les joueurs dans leur recherche de caractérisation du type de service délivré (service brossé, plat ou slicé).

Ce type d'approche peut également se retrouver dans l'analyse de la préaction en tennis (ODY; 1981, 1983). Dans ses travaux, l'auteur tente de mettre à jour des indices annonciateurs de la direction future d'une balle frappée par un joueur de tennis dans une position de fond de court. La première série d'expérimentations permet à ODY (1983) de faire apparaître que l'écart temporel entre l'instant de la pose du pied avant et le départ de l'exécution du coup est significatif de l'intention de jeu du joueur. La deuxième série d'expérimentation, bien que présentant un intérêt plus certain, reste quelque peu contradictoire avec les conclusions de la première. A partir d'un montage vidéo qui occulte la moitié supérieure puis inférieure du corps d'un joueur de tennis en situation de jeu de fond de court, l'auteur demande à des sujets provenant de populations différentes de sportifs, de prédire la direction future de la balle frappée par le joueur filmé. L'auteur souligne que les joueurs de tennis et les joueurs de football décèlent plus facilement des indices lorsqu'on les place dans la condition où seule la moitié supérieure du corps du joueur observé est visible.

Malgré les enseignements que l'on peut dégager de cette première série de recherches, force est de constater leur relative pauvreté quant à la précision de la nature des indices saisis. L'approche par occlusion visuelle temporelle si précise qu'elle puisse être ne peut aller au delà des remarques formulées. Les études que nous souhaitons aborder à présent utilisent une technologie à même de rendre compte du souci de précision que nous avons évoqué.

La procédure expérimentale usitée dans le champ des pratiques sportives est construite sur la base d'enregistrements de la direction du regard en situation réelle à partir d'un dispositif de type vidéo-oculographique. Le principe est celui de la réflexion cornéenne, défini par YOUNG et SHEENA (1975) et repris par RIPOLL (1988). Cette technique⁶ permet d'enregistrer la situation dans laquelle se trouve le sujet, et, grâce à l'utilisation d'une source lumineuse éclairant la cornée, d'un montage optique et de prismes, de réfléchir puis de mixer à cette image le spot lumineux provenant de la cornée. Ce spot lumineux prenant la forme d'un "V" ou d'un "X" est le témoin de l'endroit où se porte la vision fovéale du sujet. Les indices recueillis concernent le nombre de consultations réalisées, leur nature, leur durée. A la lecture de ces données, la localisation prioritaire du regard est considérée comme soulignant la présence d'une zone informative. A cet effet, nous suivrons SIMONET, PAPIN et coll (1983) dans l'idée selon laquelle le traitement effectué sur cette zone est une nécessité afin de répondre au mieux et le plus vite possible au niveau d'exigence imposé par la réussite de l'action, dans les sports d'opposition.

La littérature spécialisée nous offre beaucoup de conclusions originales sur le problème des zones informatives. Les gardiens de but experts de hockey sur glace fixent en priorité la crosse de l'attaquant au moment de l'exécution de son tir (BARD, 1982). En escrime, lors d'un assaut à l'épée, BARD, GUEZENNEC et coll (1981) soulignent que la saisie d'indices se réalise en majorité sur la coque de l'arme. L'examen des comportements exploratoires visuels de gardien de but de

⁶ le matériel utilisé dans la plupart des recherches actuelles dans ce domaine est de type NAC EYE MARK RECORDER.

handball placés dans une situation de penalty conduit DERIDDER (1985) à mettre en évidence le rôle de la prise d'informations sur le bras du tireur, dans la réduction de l'incertitude concernant la direction du tir. En suivant une procédure identique, GOULET, FLEURY et coll (1988) examinent les indices saisis par des joueurs de tennis experts et non experts en situation de retour de service.

Les résultats amenés nous incitent à une lecture plus attentive de ces travaux, eu égard à nos préoccupations. L'objet de l'étude est relative au problème de l'identification du type de service délivré parmi trois possibles : plat, coupé ou brossé. Bien qu'en partie traitée dans l'introduction de ce chapitre par GOULET, FLEURY et coll (1989), l'utilisation de la vidéo-oculographie complète de façon pertinente ces premières conclusions. Les auteurs soulignent effectivement que dans la première phase du service, les différents sujets portent leur regard sur la position générale du corps. De plus, lors de cette période préparatoire, les sujets centrent leurs saisies d'indices autour de la balle, de sa position future et de la tête du serveur. L'analyse des performances obtenues à partir des phases suivantes dans le déroulement du service, met en évidence le fait que seuls les experts exploitent des informations provenant de la raquette et du bras qui la tient. Les sujets considérés comme débutants se centrent quant à eux sur des indices plus variés avec une fréquence importante de prise d'information visuelle sur la balle après son impact avec la raquette. Cependant, on peut constater que seule la nature du service est décodée sans indication sur la zone atteinte⁷.

⁷ nous pouvons faire à ce propos les mêmes remarques que celles formulées au cours de l'évocation des limites de l'approche probabiliste.

Au delà d'une simple observation de type quantitatif sur les indices traités par le sportif, c'est un fonctionnement d'essence plus stratégique qu'il s'agit de mettre en place. Une analyse plus dynamique des consultations visuelles des sportifs d'opposition s'impose afin de découvrir ce que BARD et CARRIERE (1975) appellent un "schème optimal pour percevoir les situations de façon efficace et rapide". Toujours d'actualité, ce souci est traduit chez RIPOLL (1990) en terme d'inférence de règles d'organisation des processus centraux à partir de l'observation du comportement moteur mais également à partir de l'observation du comportement exploratoire visuel mis en jeu dans les pratiques sportives.

II.3.1.2 - Etude des prises d'informations visuelles : les stratégies inférées.

Le centre d'intérêt des recherches s'est donc déplacé de la mise en évidence d'indices pertinents pour la prise de décision vers une investigation plus globale portant sur les stratégies de prise d'informations utilisées par les sportifs afin d'optimiser leur traitement et par même, la réponse à fournir. Les tâches expérimentales mises en place font dès lors référence à un cadre plus complexe dans l'opposition, celui des sports collectifs. Les méthodes à partir desquelles les résultats ont été dégagés, sont des simulations sur la base d'un support soit photographique, soit cinématographique. Trois modalités sont retenues (RIPOLL, 1987b) :

- ❑ Des épreuves de reconnaissance qui consistent à repérer le plus vite possible et sous forte pression temporelle, un indice défini à l'avance à travers une présentation tachitoscopique de la situation.

- ❑ Des épreuves de rappel à partir desquelles on analyse la quantité d'information qu'un exécutant peut restituer à la suite d'une présentation.
- ❑ Des épreuves de décision tactique où le sujet doit compléter un processus de décision à partir d'états d'information incomplets.

A cet effet, le même dispositif vidéo-oculographique décrit précédemment est utilisé. Dans une première série d'études, BARD et FLEURY (1976a) se proposent de déterminer les caractéristiques des différents types d'exploration visuelle de sujets confrontés à une situation problème en basketball. Face à une situation offensive typique de basketball, les auteurs mettent en évidence le fait que beaucoup de fixations visuelles d'experts se portent dans un espace vide de tout élément. En tentant d'expliquer ce phénomène, BARD et FLEURY (1976b) souscrivent à l'idée selon laquelle les experts utiliseraient la vision périphérique pour présélectionner les indices qui seront analysés plus tard grâce à la vision centrale. A l'aide d'épreuves de rappel de situations concernant toujours la même activité, RIPOLL (1979) complète ces résultats en montrant que les experts privilégient un traitement d'informations dynamiques relatives aux trajets des ballons et aux déplacements des joueurs. Cette forme de stratégie sera qualifiée d'interévénementielle par RIPOLL (1987b) dans la mesure où elle cherche à mettre en relation les différents événements d'une situation. Les diagrammes des prospections visuelles ainsi obtenus permettent effectivement d'observer que la prise d'information du sujet s'établit selon une recherche "en étoile" à partir d'une même zone, qualifiée de zone informative et dont les travaux que nous avons examinés antérieurement, avaient précisé la nature.

Nous retrouvons là, la manifestation concrète des hypothèses émises dans des champs d'investigation différents de celui des pratiques sportives et concernant les stratégies possibles d'exploration visuelle. Dans le cadre de la recherche en ergonomie en particulier, HELLA (1983) souligne bien que l'analyse de la fixation visuelle comme indicative d'un seul élément regardé ne peut suffire. L'auteur indique que le caractère ponctuel de la prise d'information peut révéler une stratégie plus générale dans laquelle la fixation constitue le point central d'une "surveillance périphérique optimale". La prise en compte de plusieurs éléments dans l'exploration visuelle est également montrée par PAPIN, METGES et coll (1983) à partir des enregistrements de la direction du regard de radiologues. Les auteurs mettent en évidence une perception plus globale du cliché radiologique modifiant ainsi le simple caractère ponctuel de traitement de la fixation. Selon ce principe, les experts en radiologie déplaceraient leur regard d'une zone informative à une autre.

Une analyse plus globale du comportement décisionnel du sportif permet également de lier des stratégies d'exploration visuelle à des phénomènes mettant en jeu la motricité de l'individu. Le cadre de la préparation à l'action vient tout naturellement compléter cette approche.

II.3.1.3 - La préparation à l'action.

Un autre aspect de l'investigation des stratégies opératoires des sportifs dans les phases précoces du traitement de l'information, est celui portant sur les manifestations motrices s'observant dans la mise en place de la réponse à donner. Cette prise en compte de comportements moteurs préparatoires à l'action se situe au carrefour de préoccupations dont nous avons fait état dans les chapitres précédents.

Tout en ne constituant pas l'objet principal de recherche, le rôle de la préparation à l'action intervient notamment dans le choix d'une stratégie de décision en réaction ou en anticipation (approche chronométrique), dans le choix d'une stratégie minimisant les pertes et maximisant les gains (approche probabiliste) et enfin sert de support à la stratégie exploratoire visuelle des sportifs.

Nul doute que les structures qui sont à la base de la préparation à l'action puissent conduire à une forme de compréhension de la prise de décision de l'individu. L'étude des phénomènes attachés à cette orientation du comportement moteur devient d'autant plus pertinente dans la mesure où les contraintes des situations d'opposition sont suffisamment prégnantes pour inciter les exécutants à ne pas attendre la réponse adverse pour élaborer à leur tour leur riposte. Face au degré d'efficacité sollicité, l'urgence crée ici un état comportemental tel, au vu de la décision à prendre, pour qu'il en soit tenu compte dans la mise à jour des facteurs, supports de cette prise de décision.

Les différentes recherches partent du postulat que la mise en place d'ajustements préparatoires à l'action augmente l'efficacité de la réponse. Cette problématique se réfère en particulier aux travaux de REQUIN (1978) dont l'hypothèse principale constituant l'objet de ses expérimentations est que l'on peut mettre en évidence une activité prédécisionnelle orientant la phase de décision du sujet. Les caractéristiques des pratiques d'opposition se prêtaient tout naturellement à des investigations de même nature.

L'orientation stratégique des comportements d'un sportif avant la réalisation de l'action se retrouve dans la définition que donne

PARLEBAS (1981) de la préaction : "processus essentiel de sémiotricité accompli par un ou plusieurs pratiquants dont l'action motrice préparatoire vise à créer ou à imposer les conditions les plus favorables à leurs prochains actes de jeu". Subordonnée à cet énoncé, la réussite du projet de l'acteur sportif demeure l'objectif réel. Cette réflexion introduisant le terme " projet " trouve un écho tout à fait certain d'une part dans ce que la psychologie cognitive dénomme la planification de l'action (HAUERT, 1987; HOC, 1982 et 1986, ZANONE et HAUERT, 1987 en particulier) et d'autre part dans un concept que l'on retrouve de la même façon dans le champ des neurosciences sous l'appellation de "plan" (BEAUBATON, 1986; JEANNEROD, 1983).

Les recherches qui s'intéressent à cette partie du comportement décisionnel du sportif peuvent recevoir le qualificatif d'éthologique dans la mesure où l'intérêt est porté sur la description des actions et attitudes de l'exécutant au cours de l'action adverse. La technique expérimentale pivot de ce questionnement est celle de la correspondance image par image d'enregistrements cinématographiques des actions d'un exécutant et de son adversaire, au cours d'une tâche d'opposition duelle.

L'analyse d'une situation de penalty en football permet à KELLER, HENNEMANN et coll (1979) d'établir que les gardiens de but exécutent un sursaut préparatoire au moment du tir adverse. Au demeurant, la flexion de l'une des deux jambes des gardiens, au moment du contact de ses appuis avec le sol indique l'orientation future du plongeon afin de stopper le ballon. Selon un protocole identique, HENNEMANN et KELLER (1983) s'attachent à décrire les phénomènes comportementaux survenant chez un joueur de tennis en situation de

retour de service. Les auteurs retrouvent la même forme d'ajustements préparatoires que chez le gardien de but, à savoir l'exécution d'un sursaut juste avant la frappe de la balle par le serveur. Enfin une série d'expérimentations portant sur l'analyse du gardien de but de handball face à un tireur de penalty conduisent KELLER, GOETZ et coll (1987) à la mise en évidence du même sursaut préparatoire juste avant que le joueur n'exécute son tir.

De façon synthétique, l'ensemble des travaux situe ce sursaut préparatoire comme l'indicateur comportemental d'un état assez avancé de préparation à l'exécution du geste sportif.

Au delà d'une simple analyse éthologique, les différents auteurs soumettent leurs conclusions au filtre de la saisie de l'information qui réduirait l'incertitude provoquée par le conflit en cours. En effet, dans la mesure où l'on peut observer des actions comportementales significatives de l'orientation de la prise de décision d'un exécutant placé en position de défense, il ressort de façon nette que la phase qui précède la production de la réponse adverse contient des indices dont le traitement débouche sur l'installation de caractéristiques particulières sur l'attitude posturale du défenseur. Ce commentaire, formulé en termes d'hypothèses, constitue le prolongement des travaux précédents.

Dans un premier temps et en reprenant la situation d'étude du joueur de tennis en situation de retour de service, KELLER (1985) se propose d'analyser les réactions de ce joueur face à l'introduction de "leurre" dans la réalisation du service par le joueur adverse. Les données rapportées indiquent que seules des perturbations précoces de l'exécution du service (avant la frappe de la balle) modifient le comportement

préparatoire du retourneur. L'auteur souligne ainsi que les indices utiles à la mise en place de la préparation motrice du joueur sont bien antérieurs à la réalisation de l'action de la partie adverse. Cette conclusion est confirmée par l'examen des courbes de fréquence cardiaque qui signale de façon équivalente, une perturbation du rythme cardiaque dans cette phase.

Le complément de cette recherche peut être trouvé dans une étude récente d'HENNEMANN (1989). A partir d'enregistrements cinématographiques d'un joueur de tennis de niveau international en position de serveur, on interroge une population de sportifs sur d'une part le côté d'exécution des services (à droite ou à gauche) et d'autre part, sur les informations à partir desquelles ont pu être formulées les réponses. Les réponses produites proposent tout une série d'indices comportementaux susceptibles d'intervenir dans la décision des sujets. Un parmi ces indices est appréhendé avant que le joueur ne frappe sa balle et se rapporte à l'orientation de la ligne des épaules par rapport au filet. Nous pouvons également revenir sur les conclusions de GOULET, FLEURY et coll (1988) se rapportant à la même phase de jeu et données dans la section précédente, qui décrivent le rôle du bras porteur de la raquette et de cette dernière comme indices de la nature du service délivrée. En poursuivant cette préoccupation, l'analyse biomécanique de la course d'élan du tireur de penalty en football autorise KELLER, HENNEMANN et coll (1979) à déterminer les éléments suivants comme pouvant être utilisés par le gardien dans sa prise de décision :

- ☐ L'ouverture du bras en extension à l'opposé de la direction du tir.
- ☐ L'extension orientée du tronc.
- ☐ Le placement de la jambe d'appui.

❑ L'armé de la jambe libre.

A noter cependant, que ces affirmations restent à l'état d'hypothèses eu égard à l'absence de vérification expérimentale. Enfin, l'utilisation d'un éthogramme conduit KELLER, GOETZ et coll (1987) à extraire des signes pertinents pour le gardien de but de handball. Ils sont relatifs à l'orientation du tronc par rapport à un axe vertical, au positionnement de la tête et de la jambe arrière par rapport à la jambe d'appui.

II.3.1.4 - Prise de décision et gestion de l'espace.

Nonobstant, cette problématique de nature essentiellement éthologique développe une série de travaux portant sur la manière dont un exécutant en situation d'opposition duelle appréhende l'espace dans lequel il évolue. Au même titre que les manifestations comportementales préparatoires à l'exécution du geste sportif peuvent laisser filtrer le choix décisionnel engagé, l'occupation statique et dynamique de l'espace est en mesure de révéler la stratégie de réponse adoptée. Nous retrouvons dans le cadre du judo (FINET-GUEVEL, 1988) cet aspect des comportements décisionnels mis en jeu. L'auteur dépasse quelque peu cette orientation actuelle par le fait que son centre d'intérêt se porte sur l'attaquant et non sur le défenseur. En accord avec cette restriction, l'étude de l'un d'entre nous (PIZZINATO; 1989, 1990) tente de décrire les stratégies d'occupation de l'espace mises en place par des joueurs de tennis de niveau international (classés à l'ATP) en situation de retour de service. A l'aide d'une technique d'incrutation d'une grille d'analyse sur les images vidéoscopées, l'auteur recueille les placements et déplacements des joueurs au cours d'une phase se situant entre le moment où le serveur lance sa balle et le moment où il l'a frappée. Les résultats montrent une

occupation différente de l'espace de réception en fonction de la nature de la balle servie (premier ou deuxième service). La mise en relation avec les caractéristiques spatio-temporelles et événementielles des deux balles de service développe l'argument d'une stratégie de gestion de l'espace significative de l'orientation générale de la réponse à fournir.

L'analyse que les différents auteurs portent sur la nature des processus sous-jacents à l'ensemble des investigations des comportements préparatoires à l'exécution du geste sportif suggère deux types d'explications, du moins quand les conditions expérimentales l'autorisent. Ces processus seraient d'abord de nature adaptative dans la mesure où leur rôle est celui d'une facilitation du programme moteur intervenant dans le système chargé de mobiliser les différents groupes musculaires sollicités par la réponse (REQUIN, 1980). D'un autre côté, en définissant la préparation à l'action comme une programmation anticipée, BONNET (1982) incite à donner aux processus impliqués des caractéristiques de nature plus anticipatrice.

Dans cet esprit, préparation à l'action et prise d'information visuelle sont étroitement liées. Les indices saisis avant le déclenchement de l'action dirigent la prise de décision vers une anticipation, attendu que l'apparition des événements est planifiée à l'avance⁸. Le souci de précision qui anime notre commentaire nous pousse à resituer ce problème de l'anticipation, fréquemment utilisée dans le champ sportif. Si cet aspect comportemental bien particulier est englobé dans la définition

⁸ en faisant référence aux travaux de BERTELSON, BONNET (1982) renforce cette conception grâce à l'approche par les processus mnémoniques. Sollicités au niveau de l'entrée sensorielle du système de traitement de l'information dans la reconnaissance de la situation, ces processus interviendraient dans la préparation à l'action en amenant de façon anticipée les informations utiles de la mémoire à long terme à la mémoire à court terme.

de la préaction par PARLEBAS (1981), nous souhaiterions, quant à nous, opérer une distinction avec le concept de préparation. Cette différence prend corps dans la description que peut donner HOLENDER (1980) de l'anticipation, en la considérant comme la production d'une action avant l'apparition du signal d'exécution, alors que le geste préparé reste déclenché par ce signal.

II.3.1.5 - Limites.

Compte tenu des différentes orientations suscitées par l'investigation des processus sous-tendant l'activité prédécisionnelle du sportif, cette partie reprendra dans son cheminement la chronologie de présentation des différents travaux.

L'analyse du comportement décisionnel du sportif vu sous l'angle de l'étude des stratégies exploratoires visuelles nous interpelle d'abord quant aux difficultés rencontrées. Nous retiendrons l'excellent texte de LEVY-SCHOEN (1982) sur cette question, également souligné par RIPOLL (1988). Outre les problèmes d'ordre technique rencontrés, d'ailleurs inhérents à toute méthode qui se lie à un état particulier du progrès des matériels, deux conclusions nous semblent importantes à décrire, eu égard aux caractéristiques des situations sportives.

D'une part, nous ne pouvons qu'être effectivement prudent devant la prédominance attribuée à la vision centrale au détriment de la vision périphérique, tant celle-ci nous apparaît comme une structure essentielle dans l'analyse et la compréhension des situations d'opposition. Les déplacements des joueurs dans les sports collectifs ou ceux de l'adversaire au moment où le joueur s'apprête à exécuter son coup dans

les sports de raquette constituent des sources importantes d'informations. Il est cependant vrai que la stratégie de type interévénementielle met en avant ce rôle de la vision périphérique comme la première étape de l'analyse psychosémantique de la situation (SIMONET, PAPIN et coll, 1983). D'autre part, une prudence extrême doit être apportée à l'inférence des opérations mentales censées se dérouler dans un processus de décision, à partir de l'enregistrement des trajectoires oculaires. Les précisions amenées par VARELA (1989) sur le fonctionnement du système visuel décrit tout à fait bien ce type de questionnement. L'examen des voies synaptiques impliquées dans la fonction visuelle montre que le corps grenouillé latéral (reliant l'oeil au cortex visuel) ne reçoit que 20 % d'informations de la rétine et 80 % des autres régions du cerveau. La structure séquentielle du cheminement de l'information de l'œil vers le cerveau, pourrait donc s'inverser, illustrant par la même la remarque de LEVY-SCHOEN (1982) conformément à laquelle "c'est le regard qui est conduit par la pensée et non l'inverse".

Si nous portons notre attention à présent sur la préparation à l'action, des questions se font jour. Si l'on veut bien dépasser les problèmes de précision des concepts employés, si tant est que ce soit possible, les mêmes types de remarques que celles déjà énoncées pour la prise d'information visuelle peuvent être avancées. Ces limites sont d'autant plus marquées que les conclusions ne s'arrêtent pas à une simple analyse de type éthologique mais mettent en correspondance des indices et des orientations décisionnelles très précises. Ce questionnement peut être mis en évidence par les éléments que nous allons maintenant décrire.

Dans une même situation de handball, l'enregistrement vidéo-oculographique des stratégies exploratoires visuelles du gardien de

but (DERIDDER, 1985) ne confirme pas les indices relevés par KELLER, GOETZ et coll (1987) à partir d'un éthogramme. Pour la première étude, les indices se situent au niveau du bras du tireur, alors que la seconde étude les détecte au niveau du tronc.

Dans une série de travaux portant sur le joueur de tennis en situation de retour de service, les conclusions produites sont peu pertinentes pour une utilisation dans la structure réelle du jeu. En effet si l'on veut bien prendre garde au fait suivant selon lequel le côté d'exécution du service est une condition de départ donnée par le règlement, la recherche d'indices pour caractériser ce côté paraît peu intéressante. Les informations amenées par GOULET, FLEURY et coll (1989) concernant l'estimation de la nature du service délivré, peuvent maintenant présenter un attrait non négligeable.

Malgré tout, et comme nous l'avions souligné lors de l'analyse de l'approche probabiliste, ce qui est essentiel dans la logique de recherche d'indices pertinents chez l'adversaire relève plus du souci de décodage de la zone de réception que de la nature du service. Cette remarque paraît d'autant plus étonnante que les conditions expérimentales créées par GOULET, FLEURY et coll (1988) font apparaître neuf cas issus du croisement de trois types de service (plat, coupé ou brossé), avec trois zones atteintes dans le carré de service adverse (interne, centrale et externe). Une analyse des comportements exploratoires visuels des sujets face à une tâche de détection conjointe du type de service et surtout de la zone atteinte aurait certainement permis de lever cette ambiguïté. Il apparaît par contre, que la prise d'indices sur le type d'effet délivré débouche sur une confirmation de la mise en place d'hypothèses sur les caractéristiques du service adverse (zone atteinte, effet, vitesse de la balle,

type d'enchaînement possible après la frappe) et provenant d'un ensemble de règles utilisées par le retourneur. Cet aspect est effectivement évoqué par GOULET, FLEURY et coll (1988) mais uniquement en terme de support aux patrons de prospections visuelles. Nous sommes malgré tout en accord avec l'idée avancée par les auteurs qui consiste à assimiler la qualité et la rapidité de la réponse du retourneur à une anticipation basée sur la mémoire et sur l'expérience.

Cependant, et ce sera là notre point de divergence avec la dernière remarque, cette mémoire et cette expérience peuvent également s'actualiser à partir d'informations provenant du déroulement du match, modifiant sans cesse les éventuelles "règles" établies lors de rencontres antérieures. C'est, à notre avis, plus cette actualisation que la simple notion d'expérience qui améliore le fonctionnement du retourneur. Enfin, les travaux relatifs à la gestion de l'espace de jeu (judo et tennis) ne présentent pas également les garanties suffisantes pour tenter de valider une inférence sur le processus décisionnel mis en jeu. Le caractère résolument éthologique des travaux, problématique d'ailleurs voulu dans ce sens par les auteurs, n'a d'autre objectif que celui de la mise en évidence d'un comportement décisionnel original, décrit en termes de gestion de l'espace de jeu.

Malgré la participation non négligeable des études portant sur la fonction visuelle et sur les comportements préparatoires pour l'analyse des phénomènes qui sous tendent la prise de décision de l'exécutant dans les sports d'opposition, une nouvelle idée se fait jour. La recherche du fonctionnement décisionnel du sportif doit se situer plus en profondeur, voire au delà de simples mécanismes supports de l'effecton

motrice. C'est ce questionnaire qui nous servira maintenant de point d'appui.

II.3.2 - L'activité décisionnelle.

II.3.2.1 - Les modèles.

L'ensemble des travaux que l'on se propose d'analyser situe à présent l'objet des investigations de la prise de décision des sportifs dans les effets des comportements adoptés. Afin de décrire les processus intervenant dans le choix des réponses à produire dans une situation d'opposition, les auteurs ont porté leur attention sur l'étude du mode de fonctionnement des exécutants au travers de leurs réactions. Dans ce cadre, et contrairement aux travaux vus auparavant, les sujets supports des expérimentations sont ceux qui ont l'initiative de l'action, les attaquants pour reprendre une terminologie plus spécifique. De plus, ce sont les actions collectives d'opposition qui concrétisent aux mieux cette orientation de recherche dans la mesure où l'importance est mise sur les opérations cognitives de planification de l'action. Ces opérations impliquent une activité décisionnelle décisive des exécutants dans le but de produire les réponses les mieux adaptées (BOUTHIER, 1984). Au delà des simples comportements observables des actions des sujets, il s'agit maintenant de mettre en évidence les structures cognitives qui en sont responsables. Pour ce qui a trait à la nature des situations expérimentales mises en place, nous observons une utilisation fréquente de tâches de simulation dérivées d'une situation de jeu collectif à opposition réduite, le deux contre deux.

Les raisons invoquées pour ce choix portent tour à tour sur la facilité de manipulation des variables, sur la parenté de structures avec les différentes exigences et contraintes du jeu réel, sur le maintien de la complexité et de la globalité des phases de jeu rencontrées dans les sports collectifs. On peut enfin donner à ces situations le qualificatif "d'écologiques" retenu par FAMOSE (1987) pour déterminer en particulier la pertinence d'une théorie de l'apprentissage moteur, élaborée à partir du milieu réel. Cet attribut a déjà permis à STEIN (1987) de rendre compte des stratégies de décision adoptées par un joueur en situation de défense.

Dans ce contexte, SAVOYANT et BOUTHIER (1985) s'attachent dans un premier temps à définir les formes et les conditions des coordinations inter-individuelles utilisées par des attaquants dans un système d'opposition réelle rencontrée au cours d'un match de rugby, le deux contre deux. Pour les auteurs, cette structure caractérise le rapport conflictuel entre les deux équipes. Les constatations effectuées mettent à jour le fait que les coordinations repérées répondent aux exigences de compatibilité et de coordination des actions à partir d'une base commune point d'appui de la mise en œuvre de mécanismes de nature perceptive. A partir de cette approche BOUTHIER (1988) propose un fonctionnement de la prise de décision selon deux modalités, dont l'une rend compte de l'aspect stratégique des conduites par le fait qu'elle se situe avant l'action réelle, et dont l'autre traite de l'intervention de processus qualifiés de tactiques, au cœur même de l'action.

A partir de ce niveau d'analyse, le développement des recherches se fixe comme objet, les communications verbales spontanées des sportifs dans ces situations d'opposition. Ces manifestations permettraient donc de mieux comprendre la construction et l'exécution des

stratégies et tactiques collectives. Cette procédure, se fixant sur les communication verbales, avait déjà été appréhendée par IRLINGER (1974) au cours d'observations d'équipes scolaires de sports-collectifs. Toutefois, les objectifs poursuivis se différenciaient nettement d'un approfondissement de la dualité stratégie - tactique. A l'inverse, l'étude de BOUTHIER et SAVOYANT (1987) se situe bien dans cette orientation. Toujours dans la même tâche de deux contre deux, les auteurs s'attachent maintenant à l'analyse des contenus verbalisés des attaquants que l'on place en confrontation avec des défenseurs exécutant des actions définies à l'avance. Les données recueillies montrent en particulier, le passage d'une stratégie fixée à priori vers une adaptation tactique, sur la base de la prise en compte des modifications des rapports d'opposition. Les indices saisis afin de déterminer la nature de ces modifications concernent les variations dans la structure de la montée défensive.

Bien que cette distinction stratégie/tactique ne soit pas entièrement nouvelle⁹, celle - ci peut également s'envisager par analogie avec la nature procédurale ou déclarative des connaissances mises en jeu dans l'élaboration et la réalisation d'une action (HOC, 1986). En reprenant la différenciation de BOUTHIER et SAVOYANT (1987), à partir de l'instant où la stratégie se situe avant l'action, les exécutants ont donc la possibilité de l'exprimer dans le langage naturel. A l'inverse, le caractère nécessairement adaptatif de la tactique s'exprime beaucoup plus dans l'activité finalisée. Ces manifestations contiennent les mêmes critères que ceux que l'on utilise pour définir respectivement les connaissances déclaratives et les connaissances procédurales selon GEORGE (1988). En

⁹ lire en particulier l'article de Bertrand de SAINT-SERNIN dans l'encyclopédie UNIVERSALIS.

l'occurrence, l'amélioration des conduites décisionnelles en sports collectifs pourrait bénéficier de l'apport spécifique de ces formes de connaissances, pour VOM HOFE (1988).

Les limitations données par GEORGE (1988) et ayant trait à l'utilisation des verbalisations, ainsi que celles évoquées par les auteurs eux-mêmes, incitent à associer ces manifestations avec les comportements moteurs observés. Ce sera l'objet des travaux ultérieurs de BOUTHIER (1988). Selon les mêmes modalités de protocole, l'auteur étudie à présent les actions motrices des sportifs débutants et experts dans la pratique du rugby. Les résultats obtenus concrétisent assez bien l'efficacité des comportements qui sont réglés à travers un mode tactique, et ceci sur la base de deux perspectives : la capacité d'anticipation de l'évolution du rapport d'opposition et l'évaluation des résultats provenant des différentes alternatives possibles. Des critères plus précis sont retenus afin de spécifier les comportements des joueurs experts. Ils portent sur "l'espace libre" et sur le temps disponible pour exécuter l'action, juste avant la rencontre avec les défenseurs.

Bien que ces informations constituent une source importante de connaissance de l'activité décisionnelle du sportif d'opposition, leurs conditions d'émergence nous amènent à deux commentaires. D'un côté, l'investigation porte sur les seuls joueurs attaquants donc sur des exécutants qui ont une initiative plus ou moins importante dans l'action, sans intervenir sur les défenseurs. Comme dans le cas de l'approche probabiliste en tennis, l'effet de la pression spatio-temporelle et/ou événementielle est moins marquée que pour les défenseurs. D'un autre côté, la notion de collectif permet à l'exécutant de bénéficier à des degrés divers, des effets des actions entreprises par son

et/ou ses partenaires, ce qui peut être de nature à modifier les caractéristiques de son activité décisionnelle eu égard à celles mises en place dans une tâche d'opposition duelle. Cette dernière remarque ne peut cependant impliquer une réflexion plus fondamentale sur la véracité des processus de prise de décision du sportif d'opposition par le fait que l'objet d'étude des travaux évoqués porte avant tout sur la mise en évidence des structures communes utilisées dans la réalisation de l'action collective.

La mise en évidence des facteurs cognitifs responsables de comportements de prise de décision souscrit à une problématique plus orientée vers l'utilisation de modèles opératoires caractérisant le fonctionnement stratégique de l'exécutant. Cette terminologie spécifique traitant du problème de la modélisation a maintes fois été utilisée dans nos différents chapitres. Une clarification de ce vocabulaire nous semble nécessaire à ce niveau d'analyse. La définition du "modèle" que nous suivrons est donnée de façon concise mais néanmoins tout à fait pertinente, par TIBERGHEIN (1989) en terme de "discours logico-mathématique sur le monde". En suivant cette conception, MENAUT (1983, 1985) montre notamment que l'on peut mettre en relation une situation d'opposition de type deux contre deux avec le groupe logico-mathématique INRC de KLEIN-PIAGET. Cette relation est pour l'auteur, à la base de la logique interne de tout jeu sportif collectif. La population étudiée concernant des enfants de 7 à 16 ans, et l'absence de distinction des rôles d'attaquant ou de défenseur ne nous conduisent cependant pas à aller au delà des conclusions données par l'auteur, pour une extrapolation sur le fonctionnement décisionnel du sujet adulte placé dans la même situation.

Cette perspective est envisagée selon un principe de fonctionnement que l'on retrouvera fréquemment chez différents auteurs, à savoir un modèle évoluant du général vers le particulier. Pour revenir quelques instants sur les travaux portant sur la prise d'information visuelle, RI POLL (1987c) considère que les processus de saisie des indices pertinents bénéficient de l'utilisation d'un système de compréhension de l'activité qu'il appelle "des plans de fonctionnement à modalité d'emboîtement¹⁰". Les trois étapes supports de ce modèle sont constituées par la prise en compte de la logique interne du jeu puis de la logique de la phase en cours et enfin de l'analyse plus fine de la situation. La figure 1 nous donne le modèle tel que le décrit l'auteur.

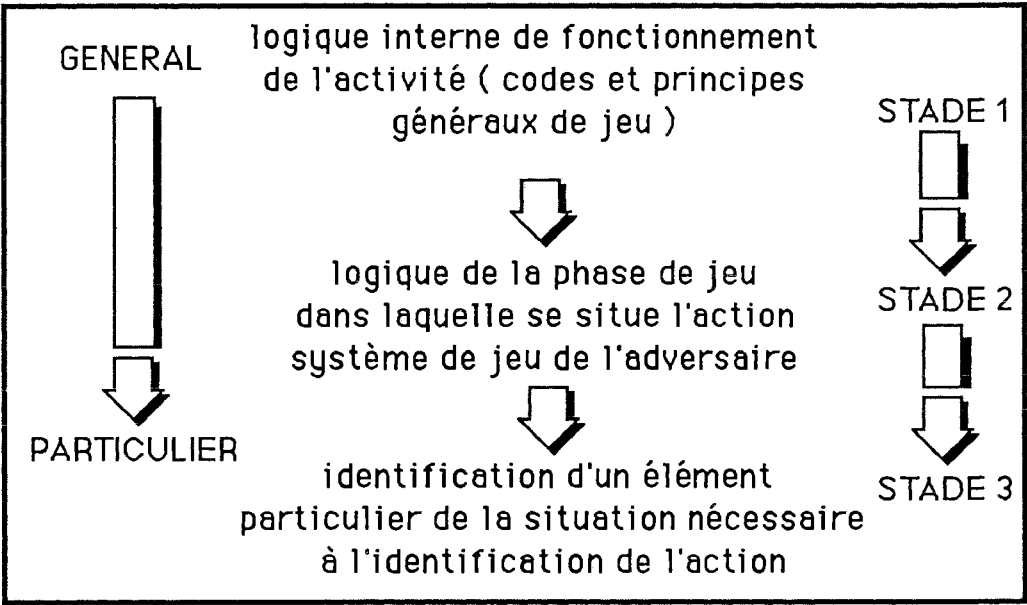


Figure 1 - plans de fonctionnement opératoire à modalité d'emboîtement en sport (selon RI POLL, 1987c).

D'une manière identique, le souci d'explication du "référentiel commun" de DELEPLACE (1979), utilisable par l'ensemble des joueurs de rugby d'une même équipe, conduit BOUTHIER (1988) à montrer

¹⁰ selon la définition de l'auteur.

que la prise de décision de l'exécutant est sous tendue par toute une démarche d'investigation du rapport d'opposition et comprenant les trois niveaux suivants :

- 1) Dégagement des structures de base appelées "unités tactiques", véritable piliers de l'anticipation de l'évolution du rapport d'opposition.
- 2) A l'intérieur de ces structures, chaque possibilité de réponse, avec leurs critères de choix et les conséquences espérées, fait l'objet d'un classement. L'anticipation des résultats de la mise en œuvre de chaque solution bâtit la décision.
- 3) Prise en compte des principes et des durées de réalisation des différentes possibilités, support de la pertinence d'application du choix effectué.

En terme de processus décisionnels, la référence constante aux travaux de DELEPLACE (1979) nous incite à porter notre analyse plus loin dans cette approche. La conceptualisation du fonctionnement de la prise de décision du sportif à partir de l'utilisation d'un modèle opératoire s'inscrit d'abord dans ce que l'auteur appelle "un référentiel". Sa définition nous interpelle quant à l'étude des éléments et des processus sur lesquels se fonde la prise de décision, attendu du fait qu'il constitue " un système cohérent de représentation mentale de la totalité de la logique interne du jeu. Véritable systématique des décisions tactiques en jeu¹¹". Cette

¹¹ selon la définition de l'auteur.

définition prend corps à l'intérieur d'un système de matrices offensives et défensives, dont la représentation nous est fournie par la figure 2.

JEU A LA MAIN	DEFENSE SUR L'HOMME
JEU AU PIED	DEFENSE SUR LA BALLE

Figure 2 - matrices offensive et défensive (selon DELEPLACE, 1979)

Ces matrices et leurs complexifications progressives représentent le système d'analyse des actions possibles des joueurs, à partir de ce référentiel. Son ossature est constituée en outre, par trois sous cadres que sont le mouvement général, les fixations et les phases statiques.

A la suite de ce premier constat, l'auteur isole des classes d'actions originales, les unités tactiques. A l'intérieur de chacune d'entre elles, l'auteur détermine pour chaque rôle (attaquant et défenseur), des règles de comportement. L'initiative individuelle s'assoit dès lors, sur une notion-clé : la cascade de décisions. La description du processus qui en est faite nous semble constituer l'une des rares tentatives connues de formalisation d'un comportement décisionnel d'un sportif. La cascade de décisions est construite sur la mise en place d'un ordre de choix successifs, qui s'apparente pour l'auteur, au fonctionnement de l'ordinateur, "chaque

choix partiel fermant une des deux possibilités entre lesquelles on avait à choisir, mais ouvrant la porte à un nouveau choix simple¹² ". La figure 3 nous donne l'exemple d'une cascade de décision d'un attaquant dans le cadre du un contre un¹³. Les critères de choix retenus concernent tour à tour l'évaluation des conditions du contexte, de la position du défenseur, de la position de la balle et éventuellement, de son "état". De la même manière, l'examen d'un élément du référentiel, à savoir les phases statiques, montre que la décision du capitaine de l'équipe attaquante peut se prendre en référence à des informations de nature très diverses:

- ☐ Subjective, portant sur l'état de fraîcheur des deux équipes et le degré de vigilance de la défense adverse.
- ☐ Liée au score, portant sur le moment de la rencontre.
- ☐ Géographique, portant sur la zone de terrain où se situe la phase statique.

Par ce raisonnement, DELEPLACE (1979) met en avant le fait que le processus décisionnel de l'exécutant peut prendre appui sur une pluralité d'informations, et surtout différentes de celles envisagées dans les travaux que nous venons de présenter, voire contradictoires. De la même façon, nous pouvons retrouver chez NEWELL (1974) une conception identique sur les variables qui peuvent influencer la prise de décision du joueur de baseball en position de batteur. Selon l'auteur, la décision finale serait issue d'une prise en compte d'informations provenant d'abord du contexte dans lequel se déroule l'action, puis d'informations provenant du lanceur et de la trajectoire de la balle. C'est ce que nous montre la figure 4.

¹² page 53.

¹³ afin de ne pas surcharger notre propos, seule la description du modèle sera envisagée.

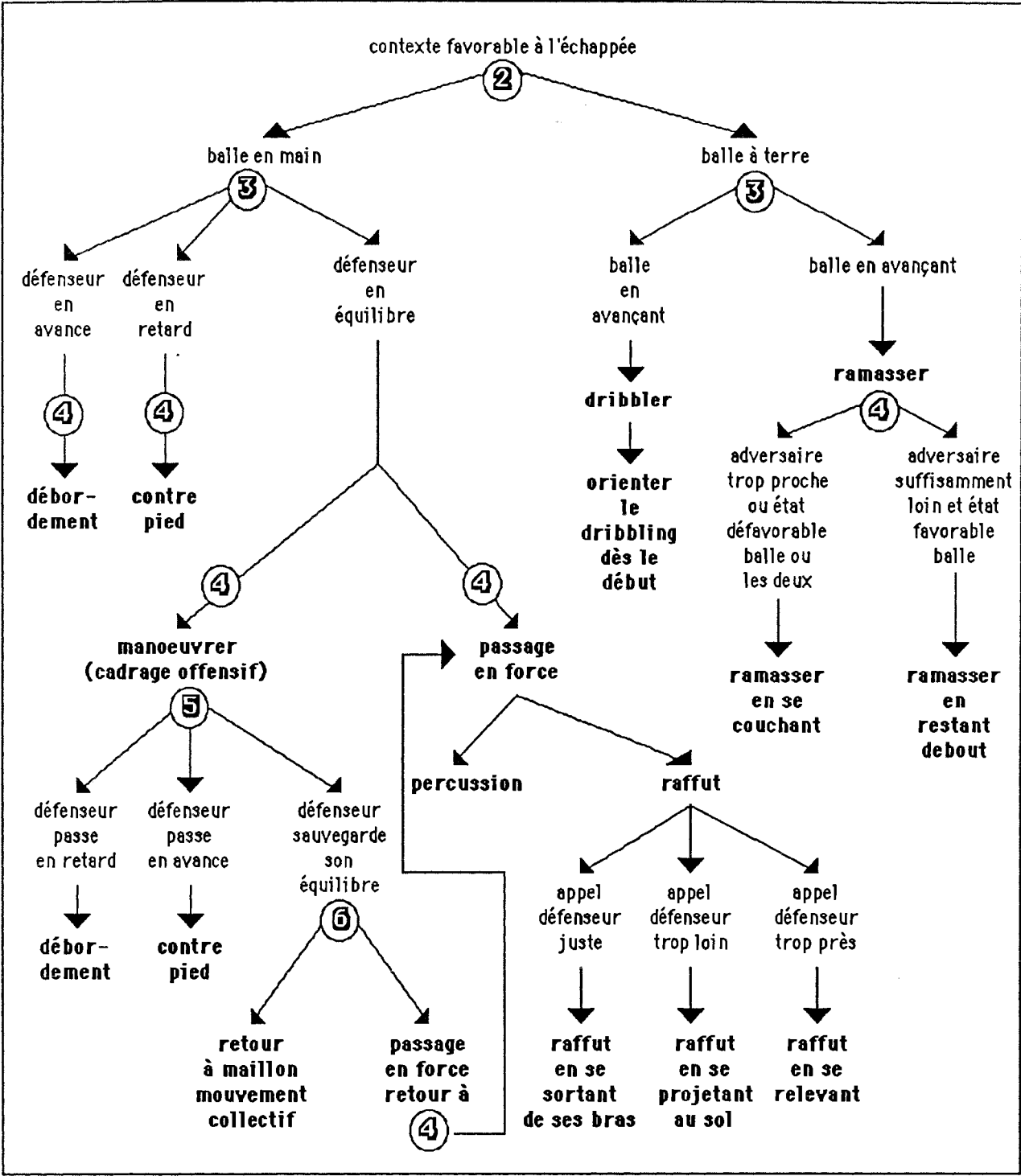


Figure 3 - cascade de décisions du "un contre un" en rugby selon DELEPLACE (1979)

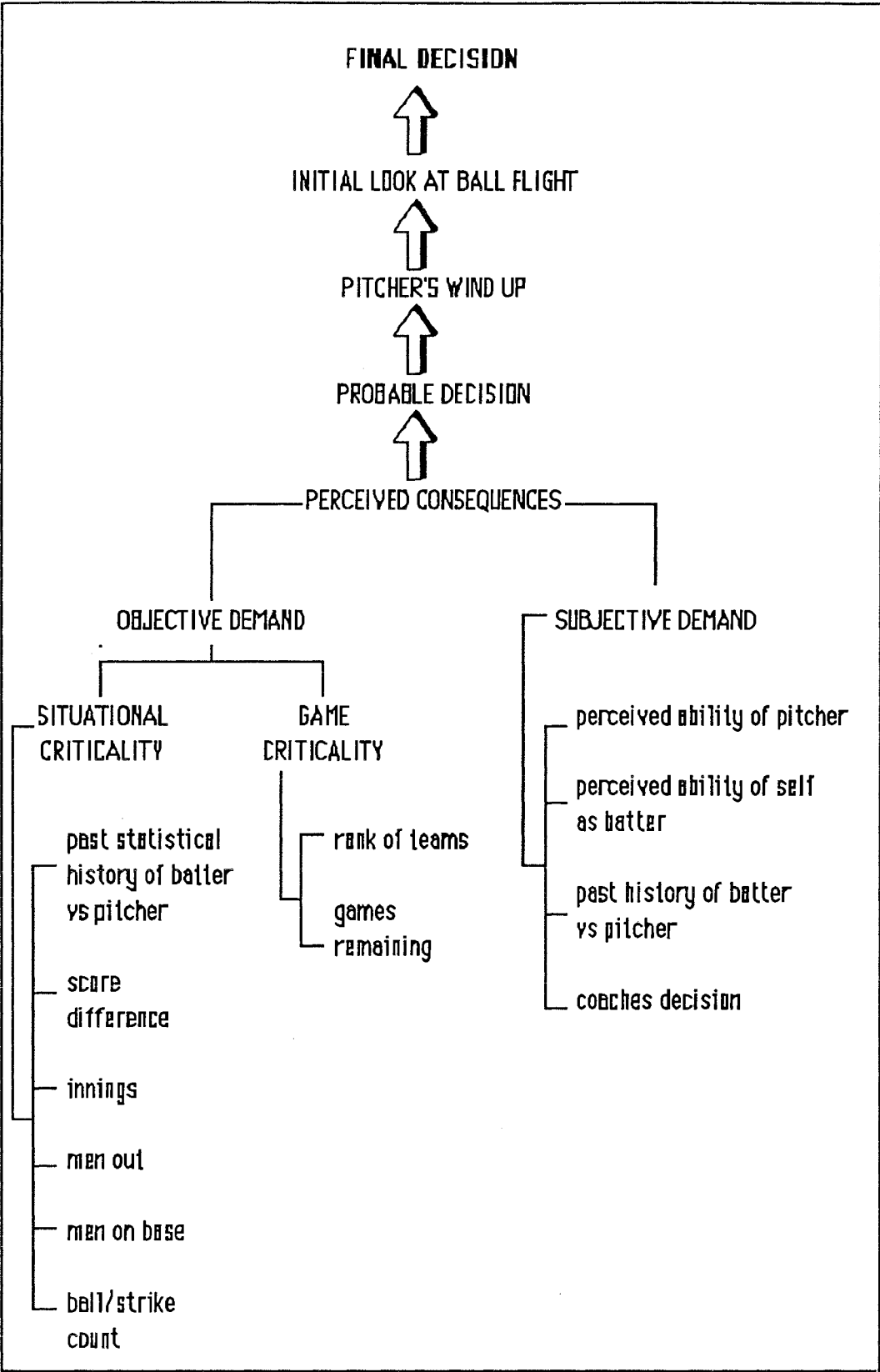


Figure 4 - Consequential variables influencing the batter's decision to swing or not (selon NEWELL, 1974).

En ce qui concerne notamment le problème de l'influence du score, une contradiction se fait jour avec l'approche par les modèles probabilistes, dans la mesure où celle-ci avait montré que le choix d'une stratégie optimale de service était tout à fait indépendante de toute notion de score. Nous pouvons retrouver cette forme d'approche de la prise de décision d'un sujet confronté à un problème dans l'étude des décisions d'un opérateur expérimenté au cours d'une tâche simple de contrôle, réalisée par BAINBRIDGE (1977).

Deux conclusions nous paraissent pertinentes. D'une part les différentes décisions seraient dépendantes d'une structure de base appelée arrière plan commun de connaissances. A l'évidence, les caractéristiques de cette architecture s'apparentent en tout point au référentiel de DELEPLACE (1979) ou au premier stade du modèle de fonctionnement de RIPOLL (1987c). D'autre part, les décisions de l'opérateur sont également établies à partir de connaissances ayant trait à son comportement potentiel et à l'évaluation de son "état" présent. Ces notions de référentiel, d'arrière plan commun de connaissances mettent en fait en évidence le rôle essentiel d'une structure très générale dans la prise de décision et très profonde dans le fonctionnement de la pratique sportive, la logique interne du jeu, que les travaux de PARLEBAS (1981 et 1986 pour ne citer que ceux-là) ont largement contribué à éclaircir.

II.3.2.2. - Prise de décision et structures de jeu.

Cette forme d'approche de la prise de décision du sportif aborde une conception plus systémique qu'analytique, par analogie avec la description de ces analyses faite par DE ROSNAY (1985). La

compréhension de la structure de jeu et de son évolution fournissent maintenant les bases de l'étude de l'activité décisionnelle des joueurs.

En suivant cette orientation, l'activité sportive est conçue comme une tâche dont l'analyse apporte le premier système d'une investigation rationnelle des actions des exécutants. Indissociable de la structure qui le fait fonctionner, les comportements décisionnels du joueur sont conditionnés par leur "inscription" dans ce cadre. Selon cette approche, expliquer la prise de décision de l'exécutant souscrit à un préliminaire essentiel, celui de la recherche des régularités, des lois¹⁴ et des principes de fonctionnement de la pratique sportive en jeu.

L'utilisation d'une formalisation de type mathématique dans l'analyse d'activités physiques et sportives reste l'avancée la plus spectaculaire dans l'étude des fondements de ces pratiques. On doit aux différents travaux de PARLEBAS l'introduction de ce type de modélisation. Sont ainsi représentées sous forme de réseaux, les différentes interactions entre un ou des joueurs partenaires et adversaires dans des jeux sportifs traditionnels, le ballon prisonnier par exemple, ou de sports comme le volleyball (PARLEBAS, 1971). En prolongeant ce modèle, une étude plus approfondie est réalisée par PARLEBAS (1973, 1974) en ce qui concerne le jeu des quatre coins. La recherche de PARLEBAS (1974) en l'occurrence reste, nous semble-t-il, la référence en la matière, dans la mesure où l'auteur ne se contente pas de décrire la structure du jeu mais traduit le comportement des joueurs en terme de stratégie. L'auteur met notamment en évidence le fait que la décision individuelle du joueur ne

¹⁴ ces éléments sont à rapprocher de ceux qui sont mis en évidence par Michel DELAUNAY dans ses travaux sur les transactions sociomotrices (développée en 1980 dans son mémoire INSEP sous le titre "conduites sociomotrices, conflits et structures du jeu"), en particulier en ce qui concerne l'activité d'anticipation de l'exécutant.

compréhension de la structure de jeu et de son évolution fournissent maintenant les bases de l'étude de l'activité décisionnelle des joueurs.

En suivant cette orientation, l'activité sportive est conçue comme une tâche dont l'analyse apporte le premier système d'une investigation rationnelle des actions des exécutants. Indissociable de la structure qui le fait fonctionner, les comportements décisionnels du joueur sont conditionnés par leur "inscription" dans ce cadre. Selon cette approche, expliquer la prise de décision de l'exécutant souscrit à un préliminaire essentiel, celui de la recherche des régularités, des lois¹⁴ et des principes de fonctionnement de la pratique sportive en jeu.

L'utilisation d'une formalisation de type mathématique dans l'analyse d'activités physiques et sportives reste l'avancée la plus spectaculaire dans l'étude des fondements de ces pratiques. On doit aux différents travaux de PARLEBAS l'introduction de ce type de modélisation. Sont ainsi représentées sous forme de réseaux, les différentes interactions entre un ou des joueurs partenaires et adversaires dans des jeux sportifs traditionnels, le ballon prisonnier par exemple, ou de sports comme le volley-ball (PARLEBAS, 1971). En prolongeant ce modèle, une étude plus approfondie est réalisée par PARLEBAS (1973, 1974) en ce qui concerne le jeu des quatre coins. La recherche de PARLEBAS (1974) en l'occurrence reste, nous semble-t-il, la référence en la matière, dans la mesure où l'auteur ne se contente pas de décrire la structure du jeu mais traduit le comportement des joueurs en terme de stratégie. L'auteur met notamment en évidence le fait que la décision individuelle du joueur ne

¹⁴ ces éléments sont à rapprocher de ceux qui sont mis en évidence par Michel DELAUNAY dans ses travaux sur les transactions sociomotrices (développée en 1980 dans son mémoire INSEP sous le titre "conduites sociomotrices, conflits et structures du jeu"), en particulier en ce qui concerne l'activité d'anticipation de l'exécutant.

peut se comprendre qu'à partir de son remplacement dans le réseau logique de toutes les décisions possibles. L'acteur sportif ressemblerait à un élément d'un puzzle complexe dont on ne peut comprendre le dessin qu'à partir du moment où le puzzle complet est assemblé. Penser saisir tout le processus décisionnel du joueur uniquement à travers des déterminants internes, revient donc à s'imaginer dégager l'image terminale de ce puzzle par observation d'un seul de ces éléments. Conformément à ce préalable, l'auteur décrit la décision du joueur en terme d'algorithme simple. Replacée dans l'étude d'autres activités sportives collectives, cette méthodologie pourrait mettre à jour l'aspect fondamental des structures supports des pratiques. Nous retrouvons à travers la notion d'universaux donnée par PARLEBAS (1974) des similitudes très fortes avec le référentiel de DELEPLACE (1979) ou les arrières plans communs de connaissances de BAINBRIDGE (1977).

Les prolongements de cette conception concernant les fondements de la prise de décision, ont permis une analyse détaillée du hockey sur glace par CARON et PELCHAT (1974). Les auteurs indiquent en particulier que le choix des conclusions tactiques à exécuter se fait à partir de la compréhension d'un système de relations fondamentales au jeu. L'utilisation de la modélisation en réseaux dans le cadre du volley-ball conduit également GARNIER (1979) à noter encore une fois que l'analyse des comportements individuels reste facilitée par l'analyse des interrelations dans l'équipe. En se replaçant sur le point de vue décisionnel, la modélisation de l'activité volley-ball proposée par PARLEBAS (1988) établit que le fait de porter une attention plus précise au mode de fonctionnement de l'activité a des répercussions notables sur les comportements des joueurs. Pour PARLEBAS (1988) enfin, la mise en évidence de l'organigramme des coups et des scores permet de mieux

comprendre la complexité de la structure organisatrice du volley-ball. En continuant sur cette voie l'auteur montre que l'investigation de l'activité décisionnelle des joueurs en volley-ball, peut d'abord consister à étudier l'évolution de phases caractéristiques du jeu (les franchissements du filet ou les rotations), d'éléments très particuliers (durée moyenne des coups) et enfin l'analyse de certaines relations comme celle entre la durée du coup et le pourcentage de changements de service.

Une autre façon de considérer l'utilisation de l'analyse du jeu dans l'émergence des conditions de la prise de décision des joueurs a été de considérer l'activité sportive sous l'angle de la théorie de l'information. Sur la base de cette réflexion, l'efficacité de la performance dépend de la manipulation de cette information. La connaissance de l'activité devient très importante dans l'explication de la décision des joueurs. C'est ce principe d'analyse qui a été retenu par SALMELA (1975) en volley-ball. L'auteur souligne d'ailleurs bien le fait que l'analyse de l'action par la manipulation de l'information présente "un cadre suffisamment général pour nous permettre d'y inclure la plupart des habiletés perceptivo-motrices tout en étant assez précis pour permettre la prédiction de la performance individuelle". Prenant comme base théorique cet auteur, CARRIERE et BRETON (1976a) déterminent un système d'analyse du volley-ball en quatre points: les fonctions générales et les contraintes, l'état du système, les conditions de l'environnement et les variables clés. Ce plan a ensuite fait l'objet l'objet d'une application dans l'observation d'un match réel par CARRIERE et BRETON (1976b), selon un modèle cependant uniquement quantitatif. Les variables retenues concernent la quantité d'information, la durée des séquences de jeu ainsi que les incertitudes spatiales et événementielles. Les résultats soulignent que les observations saisies fournissent une "image globale de la réalité"

que ne peut ignorer le joueur dans sa recherche d'optimisation de son action.

Encore une fois, pour les différents auteurs, le processus décisionnel commencerait sans aucun doute par cette première évaluation d'éléments du contexte, conduisant dans un deuxième temps à la mise en place d'un modèle de décision sous forme d'un "arbre de décision". Cette forme de représentation de l'activité décisionnelle du sportif a été en fait envisagée de façon claire par PARLEBAS (1974) au cours de la mise en évidence de la logique de fonctionnement d'un jeu sportif particulier, le jeu des quatre coins. La prise de décision des joueurs est modélisée sous forme de ce que l'auteur appelle "un organigramme des décisions praxéologiques du joueur de coin rationnel". La figure 5 nous illustre cette représentation.

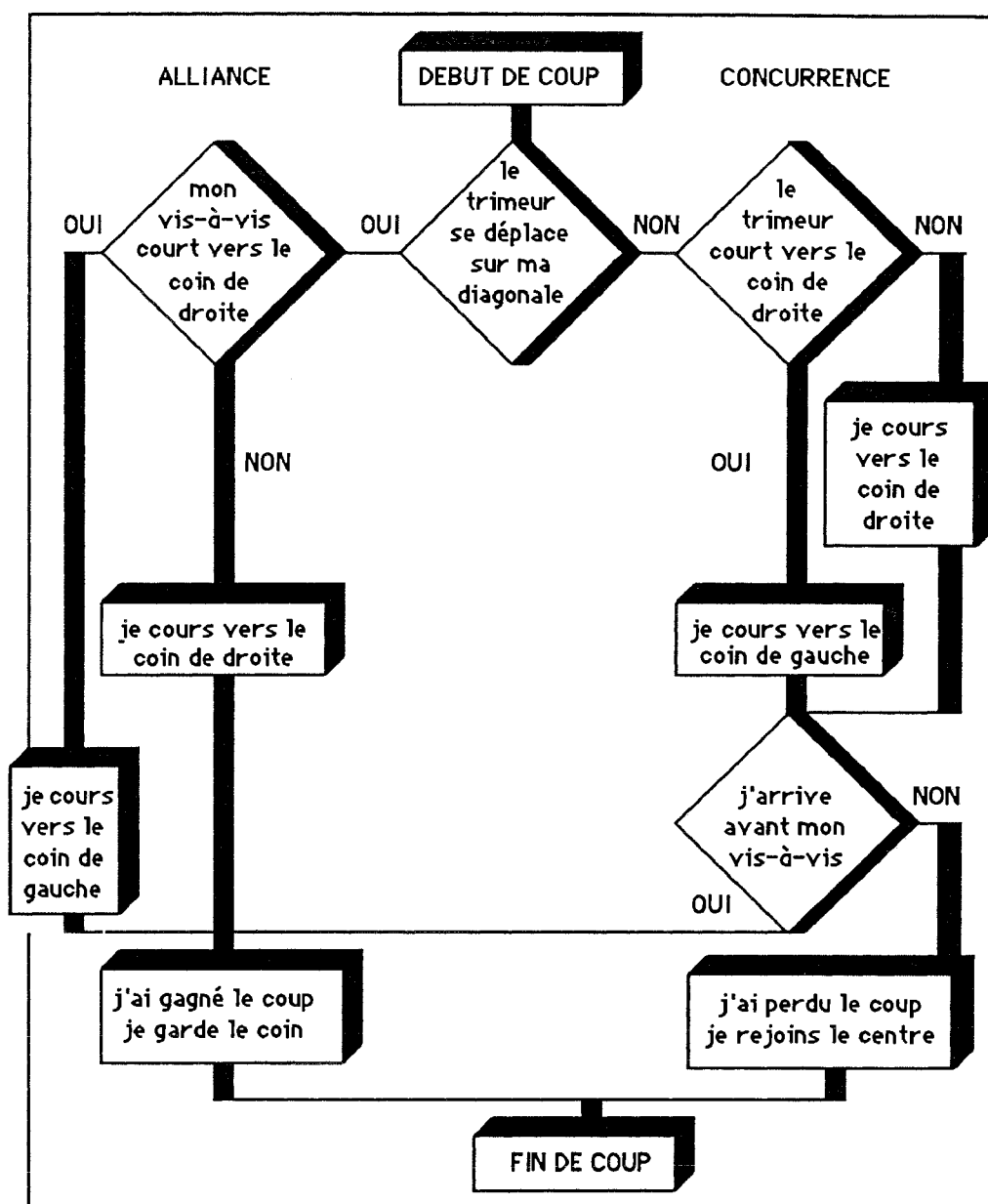


Figure 5 - Organigramme des décisions praxéo-logiques du joueur de coin rationnel, quel que soit son poste (selon PARLEBAS, 1974).

C'est également ce que nous propose SMITH (1984) dans les exemples qu'il donne de la prise de décision d'attaquants ou de défenseurs dans des sports collectifs de type anglo-saxons (soccer, basketball, football australien). La figure 6 présente un des exemples de cette architecture décisionnelle.

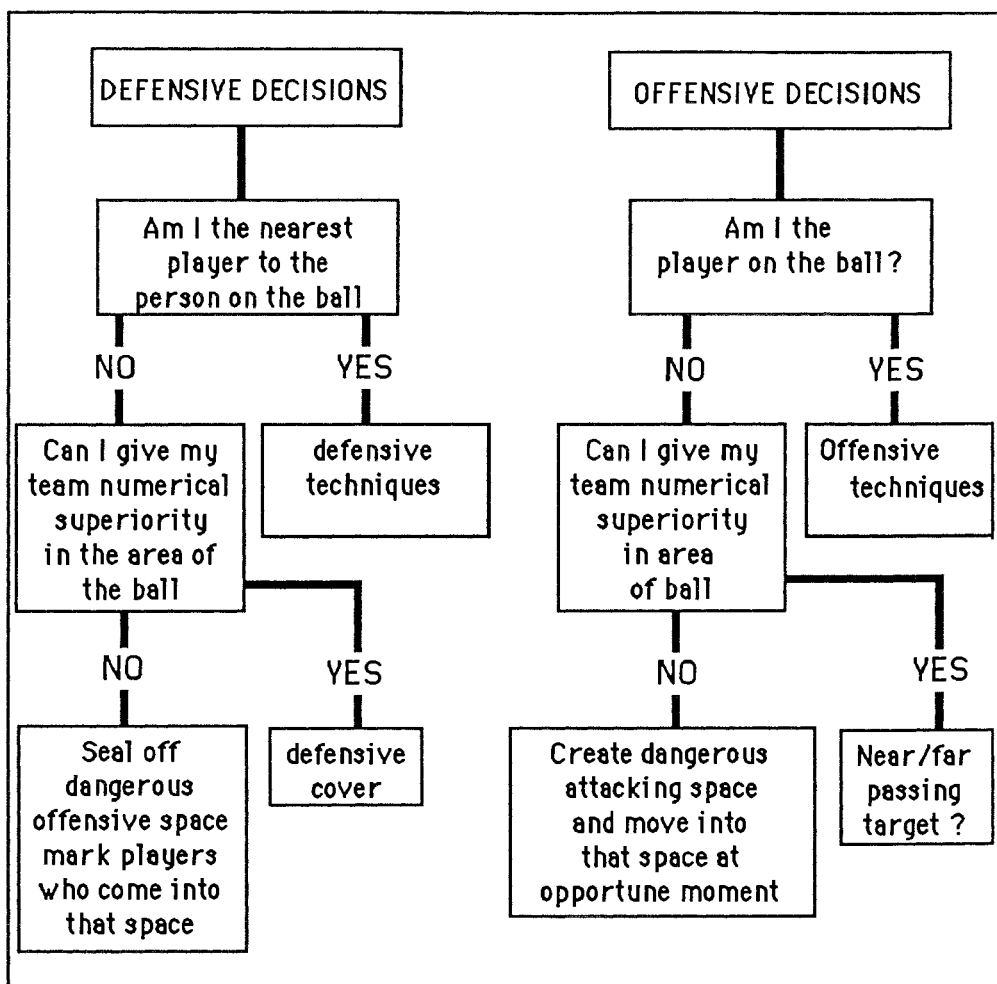


Figure 6 - Arbre de décision de joueurs de sports collectifs, selon FRANKS, WILBERG et coll (1982), cité par SMITH (1984).

Dans cette recherche de l'analyse de la tâche, l'utilisation du couplage micro-ordinateur/ magnétoscope constitue, pour GIRARDIN (1988), le support technique privilégié de l'investigation de l'activité des joueurs , en temps réel.

II.3.2.2 - Limites.

Les remarques que nous pouvons formuler sur cette approche ont été pour la majeure partie, déjà énoncées dans le texte. De

façon synthétique, et qui pourrait d'ailleurs paraître assez caricaturale eu égard à la qualité des recherches, la principale restriction concerne la nature de la tâche étudiée. Il nous semble en effet peu crédible d'opérer un calque parfait entre le fonctionnement décisionnel d'un joueur impliqué dans une action collective et ayant l'initiative de l'action, avec celui d'un joueur seul face à son adversaire et en position de défenseur. Si l'on porte notre attention non pas sur l'objet mais sur la méthode, les inconvénients rencontrés sont présentés de la même façon par les différents travaux. Nous retiendrons en particulier les problèmes de validité des verbalisations spontanées et ceux de l'application d'un modèle logico-mathématique préexistant mais émanant d'une perspective constructiviste.

Le souci qui anime à présent notre réflexion sur ce point est dépendant en fait, d'un questionnement plus complexe quant à la frontière entre la description de la réalité et la réalité elle-même. A ce sujet, l'analyse de DELEPLACE (1979) nous apparaît comme la première attitude pertinente face à la préoccupation de formalisation des processus décisionnels. Cependant, le modèle opératoire qui sous-tend ces mécanismes, en restant trop morcelé dans son énoncé, n'a pas d'une part conduit à un mode de formalisation claire, et n'a pu d'autre part souscrire à un type de vérification particulier, à notre connaissance. En ce qui concerne l'analyse du jeu, si son intérêt ne peut être discuté dans la compréhension de la logique interne des activités sportives évoquées, son utilisation dans la mise en évidence des processus décisionnels des joueurs reste floue. En effet, vouloir rendre compte des critères de déclenchement des actions d'un joueur uniquement à partir de l'étude du fonctionnement interne des pratiques c'est donner un caractère quelque peu figé à l'initiative de l'exécutant. Dans ce cadre, le processus décisionnel du joueur consisterait donc d'abord à évaluer la situation dans

laquelle il se trouve pour ensuite rechercher dans sa mémoire la décision rationnelle que lui fournira la formalisation qu'il possède pour l'activité sportive considérée. Seul ensuite le caractère temporel de l'action envisagée ferait l'objet d'une action originale du joueur.

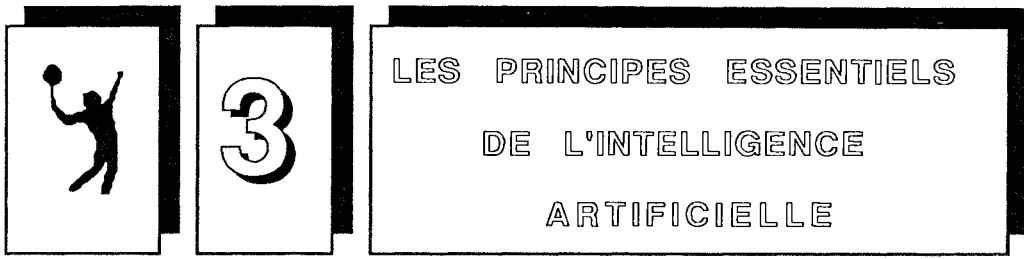
Malgré ces dernières remarques, le dégagement de ce que PARLEBAS (1981) appelle la logique interne des jeux et sports nous amène effectivement à considérer que c'est d'abord la compréhension de la structure fondamentale de la pratique sportive qui procure à l'exécutant la première pierre du processus décisionnel. Nous souhaiterions cependant indiquer que cette structure de base ne peut présenter un caractère atemporel, en constituant une référence constante de l'action des joueurs quelle que soit l'évolution du jeu. Devront être également pris en compte les effets des différentes décisions pour progressivement court-circuiter cette étape préliminaire de l'initiative de l'exécutant.

II.4 - CONCLUSION

Pour conclure sur ce chapitre, le caractère éminemment algorithmique de la notion de cascade de décision nous fait rentrer directement dans une forme de pensée développée dès le début des années cinquante, l'intelligence artificielle. Les derniers travaux que nous venons d'évoquer, même s'ils n'utilisent pas de fait les méthodologies de cette nouvelle Science de la Cognition selon la définition, n'en présentent pas moins une similitude de démarche. C'est dans cet esprit que nous souhaiterions maintenant aborder l'étude de la prise de décision dans les sports d'opposition.

PARTIE 3

LES PRINCIPES ESSENTIELS DE L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE



III.1 - INTRODUCTION

La différence majeure entre toutes les approches de résolution de problèmes et celle de l'intelligence artificielle réside dans le choix majeur du type de connaissances fondant la ou les solutions possibles.

Certains problèmes peuvent se résoudre au moyen de constructions théoriques logiques, mathématiques, probabilistes ou autres. Dans ce type d'approche, le monde réel est alors représenté sous la forme de modèles, d'équations dont le but est de garantir un résultat. Le problème est moins de trouver LE mécanisme de résolution le plus proche de la réalité, que de construire UN système qui aboutit aux mêmes conclusions. La connaissance est alors figée aussi bien au niveau des concepts qu'au niveau du système qui les manipule. Ce type d'approche est parfaitement à l'aise dans la résolution de problèmes pour lesquels une suite d'opérations ordonnées, bien définies et exécutables en un temps raisonnable, aboutit à la solution.

Mais tous les problèmes ne peuvent pas être résolus de cette manière. D'une part, même en présence d'algorithmes de résolution

connus, il est nécessaire que la quantité d'opérations aboutisse à un résultat en un temps raisonnable. Le jeu d'échecs est révélateur à cet égard, puisque l'étude de toutes les situations, bien que facilement formalisables, prendrait des millénaires.

D'autre part, il existe une gamme de problèmes pour lesquels aucun algorithme n'est connu. En effet, même pour des actions élémentaires comme celle de reconnaître un cube dans un ensemble géométrique, nous ne savons pas expliciter exactement notre manière d'y parvenir.

A priori, ce type de problème relève de l'intelligence artificielle.

III.2 - DEFINITION DE L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

L'étude des phénomènes intelligents a ceci de particulier qu'elle se heurte à des capacités qui fondent la place de l'homme dans la nature. Dangereux exercice où le sujet est à la fois observant et observé, microscope et cellule. Autant dire que le cerveau répugne à s'allonger sur la petite plaque de verre et à s'auto-disséquer.

L'ordinateur fait alors figure de précieux auxiliaire. L'introspection ne le gêne nullement. Cerveau artificiel, il sera le moyen majeur de tester notre fonctionnement cognitif. En somme, en rendant l'ordinateur intelligent, nous espérons mieux comprendre notre intelligence.

Certes, la comparaison du cerveau à la machine ne date pas d'aujourd'hui. "Ainsi, pour les Romains, la mémoire était un système d'égouts très sophistiqué. Puis vint l'époque des grands standards téléphoniques, alors, l'homme compara très naturellement son cerveau à un standard téléphonique" (PEREZ, 1988). Aujourd'hui, la tentation est grande de regarder notre équipement nerveux comme un câblage de neurones électroniques. Mais la comparaison s'arrête là. Il ne s'agit pas de comprendre le fonctionnement de phénomènes intelligents à la lumière de mécanismes logiques et électroniques mais bien de "créer des comportements "intelligents" à partir d'ordinateurs" (PEREZ, 1988).

"L'intelligence artificielle est l'étude des concepts qui permettent de rendre les machines intelligentes" (WINSTON, 1988). Cette définition a le mérite de bien situer le rapport intelligence-machine mais

reste ambiguë par la double utilisation du terme "intelligence". Nous lui préférons donc cette deuxième définition : l'intelligence artificielle "est la partie qui traite de la conception et de la réalisation de systèmes présentant certaines caractéristiques ou certaines analogies avec l'intelligence humaine" (DENIS, 1985). Ses domaines de prédilection sont les techniques d'apprentissage, les techniques de résolution de problèmes, les techniques de compréhension des langages, les techniques de reconnaissance de l'écriture, ainsi que les techniques de reconnaissance des formes et des images.

A la différence des modèles théoriques abstraits évoqués dans le chapitre précédent, l'être humain et ses capacités constituent donc la référence en matière de résolution de problèmes. Un modèle doit émerger de l'expérience d'un expert du domaine, pour peu que ce dernier puisse et veuille bien transmettre sa connaissance.

III.3 - LES ALEAS DE LA CONNAISSANCE

"Raisonner, c'est calculer". Cette formule lapidaire résume la pensée de Thomas HOBBS (1661) : "les pensées peuvent être décrites à l'aide de symboles physiques manipulés par l'esprit, ceci en suivant des règles méthodiques et rationnelles". Le but de ce chapitre est de montrer l'évolution des systèmes de résolution de problèmes et de mesurer l'impact de l'intelligence artificielle.

III.3.1 - Les modèles déterministes.

Ce type de modèle est fondé sur l'utilisation de chaînes déductives linéaires. Il suppose que l'univers sur lequel on raisonne est parfaitement connu, ou du moins qu'une représentation fonctionnelle en est tirée. Présentée sous la forme d'algorithmes, la connaissance est un ensemble de règles et de directions compréhensibles par chacun de façon univoque, suivi de manière rationnelle et méthodique pour aboutir à un résultat. La double finitude de ce système est évidente. D'une part, il ne peut prendre en compte qu'un nombre fini de situations (le progrès technologique augmente ce nombre mais ne règle pas la finitude quantitative) et d'autre part les résultats doivent être obtenus en un temps raisonnable. Cette double contrainte explique l'inadaptation de ce modèle dans la résolution de problèmes dont les mécanismes ne sont qu'imparfaitement connus ou risquent d'aboutir à une explosion combinatoire. Par contre, l'impact de l'informatique traditionnelle dans notre société montre que toute une gamme de problèmes a pu être formalisée, produisant ainsi de nombreux programmes de gestion, de simulation, de calculs, etc..... L'ordinateur est alors une merveilleuse machine à calculer, traitant des données attendues avec des règles (des

procédures) fixes et rigoureuses dont l'agencement séquentiel garantit la déduction d'une conclusion prévisible.

Toute rigoureuse qu'elle fût, trois facteurs (au moins) ont démontré les limites de cette approche :

- ❑ Il existe des problèmes qui ne peuvent pas être décrits totalement et parfaitement vu l'incertitude des paramètres agissant réellement.
- ❑ La double révolution de l'énergie et des télécommunications a engendré une complexité croissante de nos univers tant sous un plan quantitatif (augmentation de la masse de nos connaissances) que sous un plan qualitatif (interdépendance des systèmes).
- ❑ La maintenance de systèmes actuels est de plus en plus lourde et n'entraîne généralement qu'une complexification du système sans apporter de résultats satisfaisants à long terme. Ce n'est donc plus au niveau du contenu qu'il faut agir mais bien au niveau de leur conception.

III.3.2 - La cognition.

L'idée d'utiliser des modèles fondés sur les capacités cognitives humaines pour résoudre des problèmes non décidables est relativement récente même si elle prend sa source dans les limbes de l'histoire. C'est en effet avec les travaux de TURING (1950), NEWELL, SHAW et SIMON (1958), SHANNON et Mc CARTHY (1956) que la cognition s'imposa comme principe fondamental de la modélisation de la pensée.

L'étude du langage naturel (compréhension, traduction) est certainement à la base de cette nouvelle approche. Il est en effet impossible de considérer notre langage comme un ensemble de mots s'organisant en phrases dont les règles de grammaire assure la cohérence syntaxique (modèle déterministe). Ce serait négliger l'ambiguïté des mots et la subjectivité des phrases. L'agencement des mots en phrase donne une signification plus large que celle que donne la somme des significations de chaque symbole élémentaire. Voulant confier notre savoir à un ordinateur nous nous apercevons qu'une simple phrase telle que *"si Pascale est la fille d'Yvette et de Robert, et si Thierry est son frère, alors il est probable que Thierry soit le fils d'Yvette et de Robert"* contient plus d'informations qu'elle n'en a l'air. La logique qu'elle développe n'est pas directement à la portée de l'ordinateur puisqu'il n'a aucune idée de la sémantique des concepts mis en jeu. Il est donc nécessaire de communiquer à la machine "les couches de connaissances" (HOFSTADER, 1985) explicitant le concept manipulé. NEWELL, SHAW et SIMON (1958) proposent alors la construction d'un outil répondant aux trois contraintes suivantes :

- 1) L'architecture de la machine doit être capable de manipuler aussi bien le numérique que le symbolique;
- 2) Il doit être doté d'un langage de communication avec la machine facilitant le traitement symbolique. Ce langage, IPL (Information Processing Language), construit en 1956 fut supplanté l'année suivante par le LISP de Mc CARTHY;
- 3) l'utilisation d'heuristiques doit permettre à la machine d'intégrer les symboles complexes par lesquels l'homme exprime sa pensée.

Premier programme répondant à cette approche, le "Logic Theorist" sépare les connaissances du mécanisme algorithmique qui les gère pour aboutir à des solutions. C'est le principe de la programmation déclarative. Le rôle de "Logic Theorist" est de démontrer des théorèmes (en particulier, il a démontré la plupart des théorèmes proposés par WHITEHEAD et RUSSEL dans "Principia Mathematica" en 1911). Pour cela, il met en œuvre des heuristiques qui évitent le fonctionnement en cascade dans l'ensemble des possibles.

Forts de ce premier succès, NEWELL et SIMON construisirent, en 1961, le "General Problem Solver" (GPS). Ils partent de l'hypothèse que le système construit autour des heuristiques est généralisable à tout problème exprimé dans un formalisme analogue. L'idée sous jacente est qu'il est possible de construire des systèmes modélisant la pensée humaine. Il suffit de fournir à la machine les heuristiques adéquates.

Or c'est bien là que résident les difficultés. Nous ne sommes pas capables de formaliser nos connaissances multiples sous la forme d'heuristiques transposables. Les déclarations triomphantes de NEWELL et SIMON ne résisteront pas aux premières désillusions.

L'avancée de ces premiers travaux marquent toutefois un réel progrès dans la modélisation des connaissances et l'exploitation de ces systèmes. Ils mettent en évidence la possibilité d'un traitement symbolique par un ordinateur.

III.3.3 - La cognition dans un micro-monde.

Puisque l'état de nos connaissances sur la cognition ne permet pas d'envisager des systèmes généraux de raisonnement, c'est vers l'étude de systèmes portant sur des univers restreints que se portent les recherches. Les limites naturelles ou admises de ces micro-mondes simplifient, en effet, le travail de modélisation.

Là encore, se sont les problèmes de compréhension du langage naturel qui ont été à l'origine de ce type de travaux. Le système SHRDLU, développé par WINOGRAD (1972) au MIT, étudie la possibilité, pour un robot, de comprendre des ordres en langage naturel. Evoluant dans un micro-monde formé de blocs de formes et de couleurs différentes, le robot doit exécuter des ordres du type : "aller placer la petite pyramide verte sur le grand cube rouge". Les limites de l'univers permettent au robot d'accéder au niveau sémantique des phrases, d'agir en conséquence et même d'expliquer les choix qu'il a du faire.

Toutefois, plus le vocabulaire s'enrichit, plus le micro-monde doit s'étendre. Le risque est très grand alors de revenir au casse-tête de GPS.

Pourtant Marvin MINSKY proposa en 1974 une représentation à base de "frames", sorte de micro-mondes ayant des possibilités d'extension. Une frame représente une idée, un sous-système qui peut s'associer à d'autres micro-mondes. Essentiellement statique, ce type de représentation permet de décrire une organisation stéréotypée de la connaissance (MINSKY, 1975). Nous aborderons plus en détail cette

approche dans le chapitre consacré à la représentation de la connaissance.

Une autre approche liée aux micro-mondes est également à l'origine de nombreux développements. Ils s'agit des systèmes experts. Ces derniers utilisent les heuristiques définies par un expert de l'univers considéré. DENDRAL est certainement l'ancêtre des systèmes experts. Capable de donner la formule développée d'un corps organique à partir de sa formule brute et de l'observation de son spectrogramme de masse, il sépare la base de connaissances "extraite" du savoir des experts chimistes du programme qui la gère. Il n'est pas sans intérêt de noter qu'il a fallu plus de dix ans pour que ce projet aboutisse.

Mais le système expert le plus connu est sans conteste MYCIN. Construit pour des besoins médicaux, il fournit une aide au diagnostic et au traitement des infections bactériennes du sang. Il conseille les médecins sur le choix d'un antibiotique adapté au traitement de patients ayant une infection bactérienne avant que le germe responsable de l'infection ait été identifié avec certitude.

Nous reviendrons plus en détail sur les systèmes experts puisqu'un chapitre complet leur est consacré.

Mais le succès de ces systèmes ne doit pas nous faire oublier la difficulté à mettre en évidence les heuristiques pertinentes de l'expert, ni celle de les transmettre à la machine. Certains auteurs pensent que la recherche des heuristiques est une illusion car le raisonnement ne se fait pas au niveau de la cognition mais de la sub-cognition. "Lorsque nous jouons aux échecs, nous avons l'impression (au niveau de notre

pensée consciente), de choisir par heuristique. En fait, c'est peut-être une illusion dans laquelle l'HEURISTIQUE serait la manifestation visible d'un processus parallèle de masse, où tous les "micro-choix" auraient été explorés de manière EXHAUSTIVE..." (PEREZ, 1988).

III.3.4 - La sub-cognition ou la recherche neuronale.

Les tenants de ce courant partent du principe que seule une copie de notre cerveau peut créer les conditions d'une intelligence artificielle. C'est donc la forme moderne des travaux entamés en 1937 par TURING avec sa machine abstraite (LEMOIGNE, 1986) et par ROSENBLATT (1962) avec le perceptron. Longtemps resté dans l'ombre, la recherche neuronale doit sa nouvelle vitalité aux progrès considérables effectués par les neurobiologistes, et par les nouvelles possibilités techniques offertes par les architectures parallèles et l'interconnexion des processeurs.

Le fonctionnement du cerveau est donc le modèle privilégié pour mettre en évidence les processus de raisonnement. Il s'agit alors de construire l'équivalent électronique des neurones eux-même, mais surtout de la dynamique de leur connexion. HEBB (1949) a démontré que la formation d'une idée se fait par la création spontanée d'un groupement temporaire de neurones. Par conséquent, les neurones artificiels doivent disposer de la capacité à modifier mutuellement leur état pour l'accomplissement d'une tâche collective.

A ce niveau de la recherche en intelligence artificielle, on peut encore se demander si "raisonner, c'est encore calculer" ?

Toute l'histoire de l'Intelligence Artificielle montre l'importance de la représentation des connaissances dans la construction de systèmes capables de résoudre des problèmes. C'est pourquoi nous allons consacrer le chapitre suivant à décrire les outils qui ont été créés pour faciliter cette formalisation et dont quelques uns ont déjà été évoqués.

III.4 - LA REPRESENTATION DES CONNAISSANCES

III.4.1 - Des images du réel.

Quelques grammes de bon sens ne font pas un modèle de type "intelligence artificielle". Cela signifie que la pertinence du modèle établi est entièrement liée non seulement à la qualité de l'expérience acquise (mais cela renvoie à la qualité de l'expert lui-même), mais aussi à la qualité de la description du raisonnement mené. Nous verrons plus loin que la logique de cette dernière constatation a généré des travaux sur l'auto-apprentissage par la machine elle-même. Le substantif "qualité" n'a pas été choisi au hasard. Il sous-tend l'existence de difficulté dans la mise en évidence de ce qui justement paraît évident pour l'expert. En effet, le but du transfert d'expertise est de faire émerger le raisonnement synthétique que l'expert a pu se construire en établissant des liens originaux entre les granules de connaissance et en élaguant l'arbre du savoir savant. Or l'expression de cette connaissance opératoire particulière est touffue et désordonnée, comme si l'expert ne savait pas expliquer ses raisonnements. L'emploi du langage naturel, incomplet, redondant, ambigu et incorrect ne facilite pas, certes, cet auto-formalisme mais il n'est pas le seul responsable de cette difficulté. Tout se passe comme si l'expert ne retrouvait pas consciemment ses repères, comme s'il existait une relative impossibilité à décrire des images mentales cohérentes. Pourtant, "notre cerveau travaille non pas sur la réalité mais sur un modèle de cette réalité. Ce modèle lui est transmis par nos capteurs : système visuel, auditif, olfactif et gustatif, toucher" (LAURIERE, 1987a). En somme, il existe une distinction fondamentale entre tout objet et son image, construction partielle du réel. C'est le système nerveux qui est

chargé de traduire ces sensations en éléments ayant un sens. Il s'agit donc d'une REPRESENTATION du réel gérée par nos équipements physiologiques. Pour Konrad LORENTZ, cette représentation est essentiellement une image visuelle du réel dans laquelle l'espace "sert de repère pour tous les rapports abstraits" (LAURIERE, 1987a).

Le jeu d'échecs fournit, là encore, un excellent exemple de cette construction d'une image réduite mais opératoire du réel. L'arborescence des coups légaux de ce jeu est simple à déterminer. A cette arborescence correspond une structure orthonormée de l'échiquier qui permet de repérer chaque pièce et chaque possibilité de déplacement. La recherche de l'exhaustivité des combinaisons de coups est donc le but majeur de ces structures. Toutefois, le maître es échecs ne procède pas de cette manière. D'une part, il lui est impossible de suivre le cheminement de l'arborescence complète puisque même un ordinateur doté de capacités de calculs beaucoup plus phénoménale que celle du cerveau a besoin de plusieurs millénaires pour aboutir à une première conclusion. D'autre part, cet expert ne se représente pas l'échiquier sous la forme d'une matrice où chaque pièce est repérée par un couple de coordonnées x,y. En fait, une pièce n'a d'importance que par rapport à la position qu'elle occupe dans le plan d'attaque ou de défense en cours. L'image mentale que se forge le maître est donc construite autour des lignes de force de ses pièces. La position d'un pion en réserve en B8, par exemple, n'a pas besoin d'être incluse dans cette image puisqu'elle ne fait pas partie du dispositif principal. Le dispositif lui-même n'est qu'un élément d'un ensemble de dispositifs caractérisés et orientés. Un nombre incalculable de positions de pièces est donc improbable voire impossible. En somme, l'analyse du maître porte sur les lignes, les zones de force et non sur la

position de chaque pièce. C'est dans cette structuration que réside sa force.

La construction spatiale va favoriser l'émergence de buts liés à l'analyse globale du dispositif. Le système d'arborescence (ou arbre) cité précédemment va donc servir à repérer, non plus l'ensemble des possibilités, mais les cheminements spécifiques à un but (lui même décomposable en sous-buts). Ce système permet donc une représentation graphique de la décomposition du but cherché en un ensemble de sous-buts dont la conjonction satisfait les conditions demandées.

Même s'il ne s'agit pas, à proprement parlé, d'une représentation opératoire, cette structure met en évidence la globalité du raisonnement de l'expert. L'arbre des possibilités est donc fortement élagué, voire profondément modifié. Les concepts manipulés par l'expert sont repérés et étiquetés (descripteurs élémentaires). Il forment ce que les cognitiens appellent les "nœuds de la connaissance". Véritables carrefours de la dynamique du raisonnement, ils aiguillent le cheminement de la pensée (et donc du processus de résolution du problème) par l'intermédiaire de conditions inhérentes au concept manipulé. Une autre difficulté surgit alors. Déterminés par l'expert, ces "panneaux indicateurs" de la connaissance sont fortement liés à l'imprécision du support utilisé. Déclarés en termes formels, ils assurent la fluidité du système. Mais dès qu'ils supportent une ambiguïté potentielle (et le mode de raisonnement humain est riche en "approximation") c'est un ensemble de nuances qu'il s'agit de décoder. Nous verrons plus tard, dans l'étude des phénomènes nuancés, l'importance de ce type de connaissance.

III.4.2 - L'utilité de la représentation des connaissances.

Prenons un autre exemple pour montrer l'importance de la représentation dans la résolution de problèmes. Tous les enfants connaissent la devinette suivante :

" Un fermier veut traverser une rivière et transporter sur l'autre rive un renard argenté, une oie grasse et un gros sac de blé. Mais sa barque ne peut supporter qu'un seul de ces éléments si lui même est présent. Le problème est compliqué pour notre fermier puisqu'il ne peut laisser l'oie seule avec le renard ou l'oie avec le sac de grain. Le renard ne ferait qu'une bouchée de l'oie tandis que l'oie trouverait un déjeuner acceptable dans le sac de blé. Comment le fermier peut-il faire traverser la rivière à tout son petit monde ?"

Ainsi présenté, l'énoncé de ce problème présente quelques difficultés. Le langage naturel ne se prête guère à une résolution immédiate. D'une part de nombreux détails sont parfaitement inutiles. Ainsi, la couleur du renard, la taille de l'oie et le type de grain ne sont d'aucune utilité. A la limite, la dénomination des animaux ne sert qu'à renforcer l'idée d'une incompatibilité mutuelle des animaux (mais ce fait est inclus explicitement dans l'énoncé).

En somme, la première démarche consistera à rendre les faits explicites. Nous sommes en présence des éléments R, O, G liés par une loi que nous nommerons "loi d'incompatibilité", agissant dans un cadre strict :

(F + 1 élément = traversée).

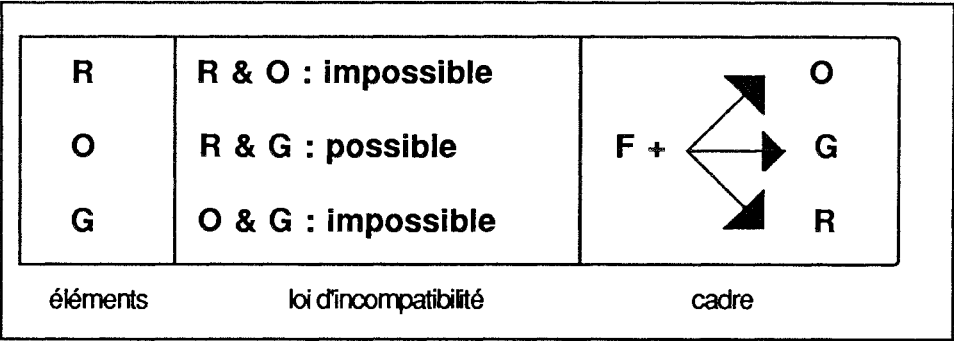


Figure 7 - cadre d'analyse.

Débarrassés de la subjectivité liée aux éléments en présence et armés d'un cadre plus formel, nous sommes capables de tracer le diagramme suivant :

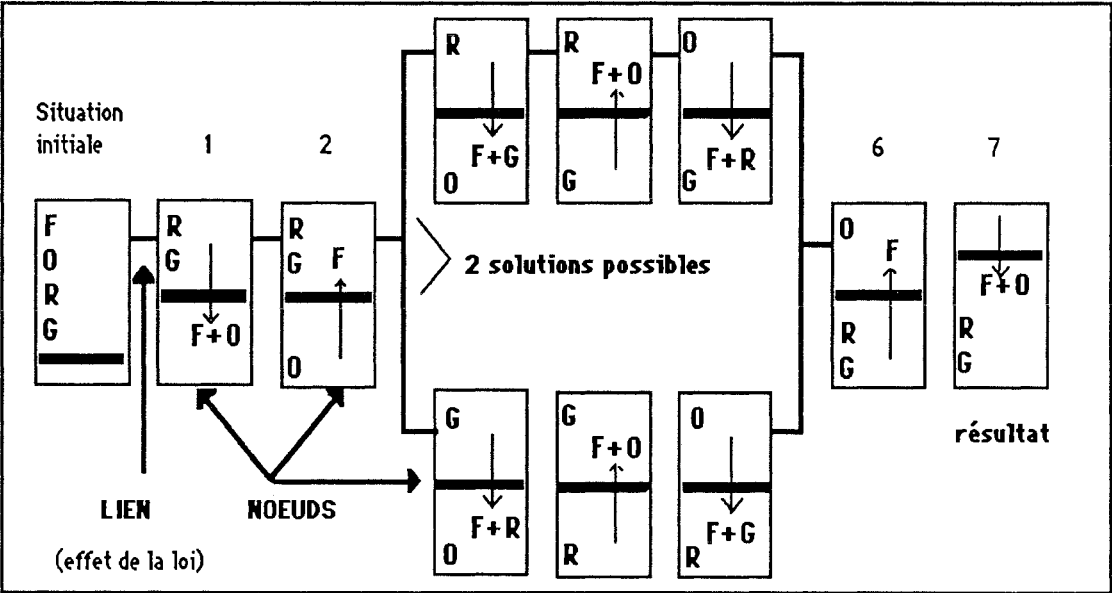


Figure 8 - représentation graphique

Ce diagramme met en évidence les nœuds du "réseau" (situations permises par le cadre) ainsi que les liens entre les nœuds (dynamique du système). Il constitue alors une représentation pertinente du système parce qu'il rend explicite les faits importants sans en perdre

l'information importante. De plus, il expose les contraintes naturelles inhérentes au problème. Les liens assurent la validité de ces contraintes.

Pour paraphraser une citation bien connue, nous dirons qu'une bonne représentation vaut mieux qu'un long discours. Vu l'importance que recouvre cette notion il est alors compréhensible que les théoriciens de l'IA aient tenté de construire des outils facilitant le transfert de la connaissance dans la machine. Nous emprunterons à HATON et HATON (1991) la classification des types de représentation des connaissances.

III.4.3 - Les représentations logiques.

Ce type de représentation d'ordre déclarative utilise surtout la logique mathématique.

III.4.3.1 - La logique des propositions.

Une proposition est une assertion formulée suivant une syntaxe propre et pouvant prendre la valeur "vrai" ou "faux" dans un univers donné.

Il est évident qu'un ordinateur ne peut pas décoder une phrase du type "le football est un sport-collectif de grand terrain". Elle sera donc traduite sous une structure formelle attendue par la machine.

SPORT_COLLECTIF(FOOTBALL, GRAND_TERRAIN) par exemple, est une proposition dans laquelle **SPORT_COLLECTIF** est appelé "prédicat" et **FOOTBALL, GRAND_TERRAIN** ses "arguments".

Un ensemble d'assertions peut former une formule logique en se liant par des opérateurs logiques (association, implication, équivalence, négation). Cette formule logique représente alors le formalisme d'une fraction de connaissance.

La logique des propositions souffre néanmoins d'un lourd handicap puisque la portée de ses assertions se limite aux faits qu'elles manipulent sans pouvoir tirer de conclusions sur un ensemble plus général d'éléments du monde réel.

III.4.3.2 - La logique des prédicats du premier ordre.

Le but de la logique des prédicats du premier ordre est de pallier les limites de la logique des propositions. Ses assertions utilisent des "variables" pouvant être quantifiées par le quantificateur universel et le quantificateur existentiel.

Par exemple, l'assertion "les hommes sont mortels....." ne peut être traduit en terme de logique des propositions puisqu'elle utilise une variable quantifiée "homme" dont le pluriel sous tend que tout x qui a la propriété homme est mortel.

En logique des prédicats du premier ordre, l'assertion sera donc notée :

$$(\forall x) (\text{homme}(x) \Rightarrow \text{mortel}(x))$$

(quelque soit x, tout x qui a la propriété homme implique logiquement que x est mortel).

De même, une assertion peut ne se révéler vraie que pour un élément particulier. Dans ce cas, on notera qu'il existe au moins un élément x du domaine pour lequel l'assertion est vraie.

Il est à noter que les prédicats ne peuvent pas être quantifiés. Dans notre exemple, HOMME (au singulier) et MORTEL, prédicat de l'assertion de Socrate ne peuvent pas être quantifiés.

III.4.3.3 - Avantages et inconvénients de la logique formelle.

Les principes de la logique formelle ont fait leurs preuves en démonstration de théorèmes. Mais la rigueur de cette approche limite son utilisation à certains problèmes car :

- ☐ elle bloque le raisonnement lorsqu'un fait est inconnu;
- ☐ elle ne permet pas de prendre en compte la connaissance portant sur des phénomènes nuancés. Toutefois, d'autres formes de logiques ont été développées pour gérer des appréciations nuancées (logiques multivaluées, logiques modales);
- ☐ la valuation d'une assertion ne peut pas être remise en cause. Toutefois, les logiques non monotones permettent de revenir sur un fait préalablement établi.

De plus, ce type de formalisme ne porte pas sur l'organisation générale des connaissances manipulées.

Le formalisme logique se révèle donc un outil parfaitement adapté pour représenter des connaissances de type **diagnostic**, pour autant que l'expertise ait permis de bien cerner le domaine étudié. Rappelons que la classe dite "diagnostic" regroupe les **connaissances de surface** qui traduisent des relations entre symptômes et pannes possibles, entre signes et diagnostic.

Signalons, pour conclure ce chapitre consacré aux systèmes à logiques formelles, que le langage PROLOG en est issu, ainsi que les récents développements des langages de requête des bases de données déductives.

III.4.4 - Les réseaux sémantiques.

III.4.4.1 - La représentation par graphe étiqueté.

La représentation sous forme de réseaux sémantiques s'inspire directement des travaux de la psychologie cognitive et a été conçue pour décrire la mémoire associative humaine. Un réseau sémantique doit mettre en évidence (structurellement et sémantiquement) les relations statiques entre les objets et les structures dans lesquelles ces relations s'établissent. Il utilise les propriétés des graphes dans lesquels les nœuds représentent les concepts et les arcs des relations de nature sémantique entre les concepts.

Exemple d'un mini-réseau montrant la structure et les propriétés des relations de concepts renvoyant à une classification des activités sportives:

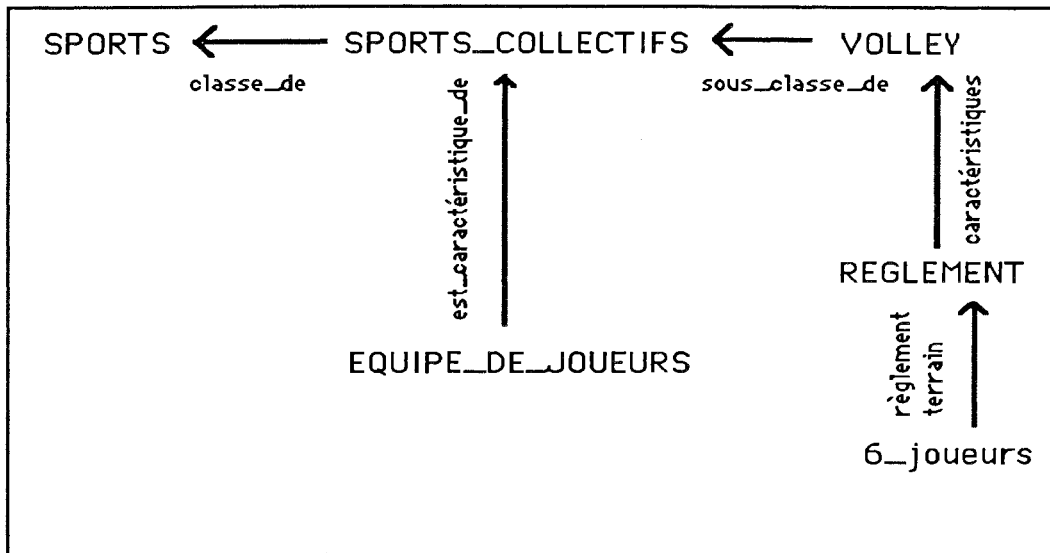


Figure 9 - exemple d'un réseau

La résolution du problème se fait alors par un cheminement dans le réseau par le jeu de l'héritage des propriétés. Par exemple, le concept "VOLLEY" sera sémantiquement interprété en fonction des attributs et des propriétés des nœuds qui sont en interrelation avec lui.

III.4.4.2 - Avantages et inconvénients.

Ce mode de représentation a un avantage immédiat : sa clarté. En effet, la transcription graphique met parfaitement en évidence les relations entre les objets alors qu'elles ne sont pas explicites avec les règles de production utilisant la logique formelle.

Si l'utilisation des propriétés des graphes conduit à une bonne représentation du fonctionnement général du monde sur lequel on agit, il faut déplorer l'immobilité du système. De plus, sa pertinence est très liée à la standardisation des types de relations notamment sur le plan de leur terminologie.

Les réseaux sémantiques ne sont plus guère employés en tant que tels, mais le plus souvent en complément d'autres formalismes pour des structures complexes. Signalons, toutefois que la base géographique du système expert PROSPECTOR (analyse minière) est représentée sous la forme d'un réseau sémantique.

III.4.5 - Les règles de production.

De type déclaratif, ce mode de représentation est le plus utilisé par les systèmes experts. Il s'oppose au mode procédural en ce sens qu'il se centre sur la connaissance elle-même et non sur les procédures d'utilisation de cette dernière.

Nous reviendront plus en détail sur le formalisme de ces règles dans le chapitre consacré aux systèmes à règles.

III.4.6 - Les représentations par objets structurés.

III.4.6.1 - Principes de ces représentations.

Ce type de représentation travaille sur les **connaissances profondes** qui modélisent le comportement du système par une approche structurelle et fonctionnelle. Moins expérimentales que les connaissances de surfaces, elles s'intéressent surtout au mécanisme de fonctionnement de l'objet considéré. Par exemple, "le guidon est une partie d'une bicyclette" établit un lien entre guidon et bicyclette par l'intermédiaire du prédicat "est une partie de".

En 1975, Marvin MINSKY, dans un article demeuré célèbre, "A framework for representing knowledge" (MINSKY, 1975) expose son mode de représentation à base de "frame". Il se fonde sur l'idée que le système cognitif fonctionne sous la forme d'une multitude de registres de mémoires recueillant toutes les informations associées à un objet physique, à un concept, à une situation typique. Ces registres sont doublement dynamiques, puisqu'ils entretiennent des liens entre eux pour rendre compte des liaisons qu'un objet entretient avec l'univers dans lequel il évolue, et puisqu'ils peuvent se modifier eux-mêmes pour s'approprier à la réalité.

Un "frame" est donc fondamentalement une structure autonome organisant un savoir caractérisé par des attributs déclaratifs (les valeurs concrétisant l'objet) et procéduraux (les instructions permettant à l'objet d'agir). Cette structure est d'ordre hiérarchique. Elle reprend donc les propriétés des réseaux sémantiques. Ainsi le vin d'Alsace hérite des propriétés de la classe vin, au fur et à mesure du raisonnement. Il est alors une instance du concept générique.

L'objet et ses attributs sont donc au centre de ce type de représentation.

A partir de la notion de "frame", d'autres formalismes ont vu le jour. Les "scénarios" proposés par SCHANK et ABELSON (1977) tentent de dépasser la description statique d'objets propres aux "frames" pour représenter des séquences typiques d'événements. Les "langages orientés objets" (antérieurs au système des "frames") sont également fondés sur le principe de construction des objets mais dépassent le simple

outil de représentation en proposant un véritable langage de programmation.

III.4.6.2 - Avantages et inconvénients.

Les représentations par objets sont actuellement très en vogue. Leur intérêt majeur est bien sûr de permettre une réelle structuration de l'univers sur lequel on travaille. Les modèles ainsi développés montrent alors clairement la hiérarchisation des connaissances et des raisonnements.

Toutefois, ce type de représentation est difficile à manipuler dans des univers mal définis ou fortement dynamiques.

III.5 - LES SYSTEMES EXPERTS

Nous avons voulu consacrer un chapitre particulier aux systèmes experts (SE) dans la mesure où ce type d'outil est, actuellement, le plus représentatif des produits de l'intelligence artificielle.

Supposé imiter le comportement d'un expert humain dans un domaine particulier, un SE est un système original de gestion de la connaissance. Cette dernière est généralement formalisée sous la forme de règles de productions gérées par un mécanisme de raisonnement.

FARRENY (1985) assigne trois objectifs communs aux systèmes experts :

- ❑ Capturer aisément les unités de savoir-faire c'est à dire faciliter l'expression la plus directe possible des règles, par rapport à leur forme d'émergence chez les experts.
- ❑ Exploiter l'ensemble des unités de savoir-faire, c'est à dire :
 - Combiner et/ou chaîner des groupes de règles pour inférer des connaissances telles que jugements, plans, preuves, décisions, prédictions, nouvelles règles, etc...
 - Rendre compte de la manière dont les nouvelles connaissances ont été inférées.

- ❑ Supporter aisément la révision de l'ensemble des unités de savoir-faire c'est à dire offrir des facilités pour les ajouts et les suppressions de règles.

La construction des règles de productions, l'architecture des SE et le système de raisonnement doivent donc concourir à la réalisation de ces objectifs.

III.5.1 - La constitution des règles de production.

Un règle de production représente une parcelle de connaissance autonome, une unité de savoir-faire. La forme la plus utilisée permet de rendre compte des raisonnements de type conditionnel :

SI conditions ALORS conclusion (coefficient de vraisemblance)
--

Dans ce type de représentation, une conclusion pourra être tirée (ou une action pourra être envisagée) avec un certain degré de vraisemblance que si les prémisses (l'ensemble des conditions) sont vérifiées.

Il n'existe pas de formalisme unique permettant de "coder" les unités de savoir-faire. Chaque système propose le sien. Toutefois, un principe d'écriture est commun à l'ensemble des systèmes, celui de la rédaction associative des règles.

Ce principe stipule que le texte de chaque règle doit contenir :

- ☐ Les effets de la règle.
- ☐ Les conditions de déclenchement de la règle.

Du point de vu fonctionnel, cela signifie que les règles sont écrites de manière à être sélectionnées (ou à déclencher d'autres règles) par l'intermédiaire d'un fait ou d'un groupe de faits qui sera (seront) comparé(s) aux conditions de déclenchement de la règle. Un coefficient de vraisemblance affecté aux règles permet de relativiser l'action de ces règles et donc de faire des raisonnements "incertains".

EXEMPLE (DENIS,1988) :

REGLE 10 -----

SI réussite au test des 10 minutes

ET SI la vitesse réalisée au test des 50 mètres est supérieure au seuil dans la nage considérée et le sexe considéré

ALORS l'objectif principal est un travail foncier de type puissance aérobie (cv = 90%)

III.5.2 - L'architecture d'un système à règles.

Un SE est fondé sur la séparation organique des connaissances et du mécanisme de gestion. L'architecture de ces systèmes met donc en évidence deux éléments fondamentaux :

- ☐ **LA BASE DE CONNAISSANCES** qui va recueillir la connaissance de l'expert formalisée sous la forme de règles, et qui va recueillir la connaissance (les faits) développée par le système

lui-même lors des inférences. On parle alors plus volontiers d'une **BASE DE REGLES** (mémoire à long terme) et d'une **BASE DE FAITS** (mémoire à court terme).

- ❑ **LE MOTEUR D'INFERENCE** correspond au mécanisme capable de gérer les informations de la base de connaissances.

III.5.3 - Le raisonnement ou mécanisme d'inférence.

Globalement, deux modes de fonctionnement caractérisent les moteurs d'inférences :

- ❑ Soit il s'agit d'un raisonnement inductif depuis les données (contenues dans la base de faits) vers les buts (partie concluante d'une règle). Dans ce cas, le mécanisme est appelé "**chaînage avant**". Les prémisses sont alors la partie déclencheur des règles. Elles permettront d'établir les buts qui enrichiront la base de faits. Lorsque le fait à démontrer est établi (il se retrouve alors dans la base de faits), ou lorsqu'il ne peut plus inférer, le moteur s'arrête.

- ❑ Soit il s'agit d'un raisonnement déductif depuis les buts vers les données. On parle alors d'un "**chaînage arrière**".

La base de faits initiale contient des faits établis mais, à la différence du chaînage avant, elle se remplira, tout au long des inférences par des faits à établir. Une règle n'est déclenchée que si les faits de sa prémisses font partie des faits à établir (problèmes en suspens) de la base de faits. Elle amène alors de nouveaux faits à établir, sauf si ces derniers ont déjà été vérifiés.

Le moteur s'arrête lorsque la base de faits ne contient plus de faits à établir.

Un troisième mode de fonctionnement, dit "**chaînage mixte**", reprend les propriétés des deux mécanismes précédents. Dans ce système mixte, les conditions de déclenchement peuvent porter simultanément sur des faits à établir ou établis. Ce système très souple, nécessite une construction supplémentaire capable de choisir le type de chaînage approprié.

Un autre élément caractérise un moteur d'inférences. Il s'agit de son aptitude à manipuler les variables des prémisses :

- Un moteur est dit "**d'ordre 1**" s'il peut gérer des règles pouvant être déclenchée plusieurs fois , pour des valeurs différentes des variables. Toutefois, lorsqu'à une variable on ne peut substituer qu'une constante, le moteur sera dit "d'ordre 0+";
- Un moteur est dit "**d'ordre 0**" s'il les règles qu'il gère ne peuvent pas contenir de variables.

Le cycle de base du système (base de connaissances, moteur d'inférences) peut être schématisé de la façon suivante (GRANDBASTIEN, 1986) :

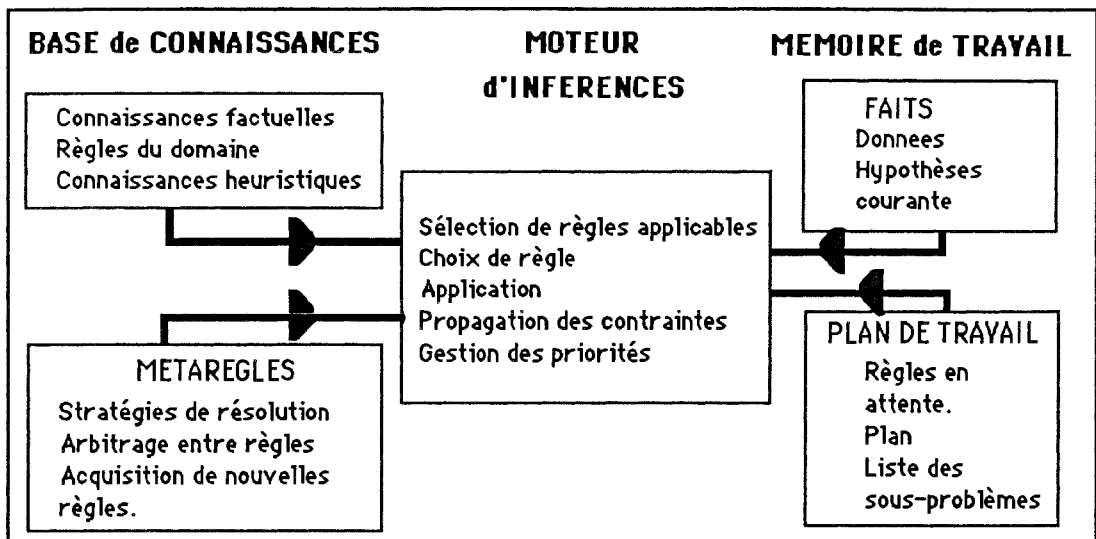


Figure 10 - Schématisation d'un système à base de règles.

III.5.4 - La gestion de l'incertain.

III.5.4.1 - Les coefficients de vraisemblance.

La conclusion d'une règle est rarement certaine. En effet, l'expert fonctionne sur des probabilités qu'il associe à ses conclusions ("il est probable que"). Dans un système expert, un fait sera donc accompagné d'un coefficient de vraisemblance (généralement un nombre compris entre 0 et 1) qui doit refléter son degré de vraisemblance. Différentes méthodes permettent de prendre en compte la propagation des coefficients de vraisemblance au cours du raisonnement.

III.5.4.2 - les sous-ensembles flous.

La description des principes et outils prenant en compte les phénomènes nuancés s'inspire très largement des travaux de Nouredine MOUADDIB (1989).

La théorie des sous-ensembles flous a pour but de définir un type de logique s'écartant du principe binaire pour rendre compte des phénomènes nuancés. En logique classique, un élément se caractérise par son appartenance ou sa non appartenance à un ensemble. Pour rendre compte des concepts imprécis ou vagues, ZADEH (1965) propose d'exprimer **la plus ou moins grande appartenance** d'un élément à un sous-ensemble. Ce sous-ensemble d'un univers U , appelé "sous-ensemble flou", est représenté par une fonction d'appartenance qui prend ses valeurs sur l'intervalle $[0,1]$:

$$\mu_F : U, [0,1]$$

ou $\mu_F(u)$ est le degré d'appartenance de u à F .

Pour manipuler des propositions floues, ZADEH introduit le concept de distribution de possibilités. Par définition, une proposition floue est une proposition P avec une forme standard " X est F ", ou X est une variable prenant ses valeurs dans un univers U , et F est un sous-ensemble flou qui traduit la plus ou moins grande compatibilité entre les valeurs de U et le concept représenté par F .

Par exemple, dans la proposition "*la température du malade est assez élevée*", U est l'ensemble des température du domaine, X est la variable température et F est le sous-ensemble flou représentant l'information "*assez élevée*".

A toute proposition floue de type " X est F " correspond une distribution de possibilités des valeurs susceptibles d'être prise par X .

Cette distribution est notée ΠX et elle est définie de l'univers U vers l'intervalle $[0,1]$. $\Pi X(u)$ est le degré de possibilité que X prenne la valeur u .

La distribution de possibilités ΠX , pour la proposition " X est F " s'écrit :

$$\boxed{\Pi X(u) = \mu F(u) \quad \forall u \in U}$$

Ainsi la fonction d'appartenance joue le rôle de la distribution de possibilités. Cette dernière permet donc de définir un ensemble de modalités pour un événement, allant de l'impossibilité complète à la possibilité totale, avec tout le registre des variations possibles.

III.5.5 - Conclusion.

Les systèmes à base de connaissances associés à un formalisme de type "règles de productions" sont parfaitement adaptés au raisonnement conditionnel. Leur constitution permet à la fois une meilleur "lisibilité" de la connaissance manipulée et une plus grande facilité de maintenance.

Toutefois, les règles gérées par les SE ne rendent compte que de la connaissance "**de surface**" mise en œuvre par l'expert. Apte à traduire "des relations entre symptômes et pannes possibles, entre signes et diagnostic" (CHATAIN et DUSSAUCHOY, 1987), ce type de connaissance n'explicite pas les concepts "**profonds**" représentatif du fonctionnement du système.

III.6 - L'APPRENTISSAGE.

"L'apprentissage est défini par l'amélioration des performances avec l'expérience" (LAURIERE, 1987b).

A travers la confrontation de systèmes humains ou artificiels, à la vérité du réel, c'est bien la dynamique éminemment temporelle des phénomènes d'apprentissage qui est mise en œuvre. Mais cette faculté innée chez l'être humain est naturellement absente des circuits électroniques des ordinateurs.

Leurs donner ces possibilités ne peut que renforcer la pertinence des systèmes simulant l'activité humaine. Mais, c'est un nouveau pari que ce lance l'intelligence artificielle. En effet, il lui faut élaborer des modèles d'apprentissage qui dépassent les problèmes de la simple mémorisation, et qui tendent à une certaine généralisation.

Notre but, conformément aux objectifs de ce chapitre, n'est pas de réaliser une étude exhaustive des différents types d'apprentissage et des tentatives de prise en compte dans des systèmes artificiels. Nous nous contenterons de mettre en évidence les aspects les plus importants.

Nous pouvons, dans un premier temps considérer l'apprentissage comme un processus accumulant la trace de toute l'activité du système. Cela revient à dire, que chaque nouvelle situation ayant abouti à une conclusion va être stockée dans une immense base de connaissances pour servir de modèle de comparaison. Cette méthode d'apprentissage fondée sur l'expérience est inflationniste sur le plan de la

mémoire et pose le problème de l'explosion combinatoire du volume d'apprentissage.

Une autre approche consiste à doter le système d'un processus d'auto-modification. Un système peut s'auto-modifier s'il dispose des règles lui permettant de faire une évaluation correcte de la situation et décider de construire de nouvelles règles, de favoriser l'utilisation de règles jugées, dans le temps, meilleurs que d'autres, ou dans le cas inverse d'en restreindre l'utilisation. Le modèle du jeu de poker construit par WATERMANN (LAURIERE, 1987a), répond à cette logique.

Cette approche marque un fait important. Pour que l'apprentissage soit effectif, il est nécessaire que le programme sache analyser la situation et en tirer les généralités adéquates. Cette condition doit être remplie pour que le système dépasse la connaissance dont il dispose au moment de sa création. En cela, il ressemble à l'enfant qui se forge des concepts et apprend à leur associer une étiquette. Les contraintes de l'apprentissage sont alors posées, elles sont liées aux capacités d'inférence sur les caractères déterminants de la situation.

Quel que soit la forme adoptée, la notion d'apprentissage est intimement liée à la vocation fondamentale d'un système expert. Nous ne pouvons pas en effet souscrire à l'idée de systèmes figés ne rendant certainement pas compte de l'évolution des connaissances qui fondent le système.

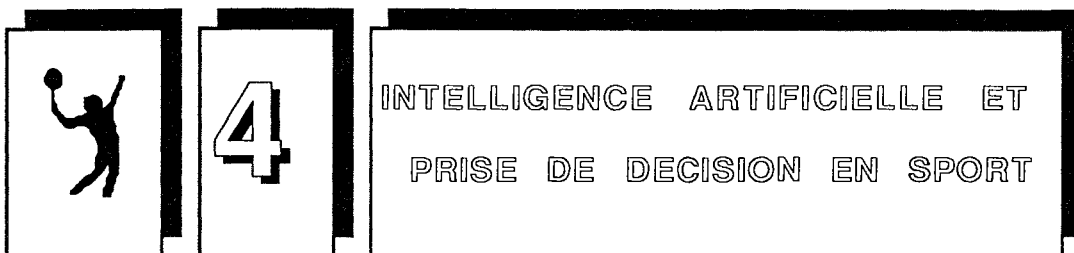
L'adaptabilité humaine, dans sa forme la plus profonde, sa capacité à s'informer et à s'auto-modifier constamment reste alors le

modèle le plus pur. C'est sur ce modèle que l'approche "néo-connexionniste" veut travailler. Cette approche fonde sa spécificité sur le fonctionnement de la cellule nerveuse élémentaire (neurone) et ses prolongements (dendrites et axone). C'est donc le cerveau humain et son maillage neurologique qui va servir de référence à la construction d'une machine intelligente. Le but est de retrouver les conditions d'une modification limitée de l'organisation cérébrale à partir de quelques traces, grâce à des repères spatio-temporels.

Mais l'approche néo-connexionniste va plus loin dans l'exploitation de l'apprentissage par la machine. Les réseaux neuronaux doivent pouvoir s'autocréer, c'est à dire fonctionner sur des modèles inconnus. Les réseaux neuronaux ne sont donc pas programmés. Leur structure permet de générer leurs propres règles de fonctionnement. C'est cette capacité d'adaptation qui fait leur force ... mais également leur complexité.

PARTIE 4

PRISE DE DECISION ET INTELLIGENCE ARTIFICIELLE EN SPORT



IV.1 - INTRODUCTION

Cette dernière forme de traitement des processus qui sous tendent la prise de décision d'un sportif, tente d'organiser la rencontre de plusieurs sources informationnelles jusque là évoquées de façon séparée. L'apport d'outils issus de l'intelligence artificielle fait franchir un nouveau palier à ce type d'investigation. Dans cet esprit, l'utilisation d'une formalisation des processus impliqués répond à ce souci de fusion d'éléments décisionnels dans un modèle unique.

Peu de travaux traitent véritablement de cette approche de la prise de décision d'un sportif en situation d'opposition. Deux réalisations, l'une dans le cadre de la voile et l'autre dans celui du squash, ont cependant retenu notre attention.

IV.2 - LES REALISATIONS

IV.2.1 - Le projet NEMO AMERICA.

Nous pouvons dans un premier temps évoquer le projet mené dans le cadre de la voile avec comme concrétisation la réalisation d'un système expert d'aide à la décision tactique dans le cadre de compétitions de type "match-racing" (GOUARD; 1985, 1991). L'objectif du projet met en avant l'analyse en temps réel des paramètres de course ainsi que de leurs orientations afin d'aider le tacticien quant aux décisions à prendre relatives à l'évolution de la course.

Ce souci d'amélioration de la prise de décision du tacticien conduit les auteurs du projet à formuler le fonctionnement du système en termes de capacités. Dans cette perspective, trois types de connaissances doivent être pris en compte.

Le premier type de connaissances dont la nature est éminent subjective est relatif à l'adversaire, à l'expérience acquise en la matière, aux principes d'efficacité connus pour cette forme de compétition et à l'aspect réglementaire de la course.

Le deuxième type de connaissances s'attache quant à lui à analyser les conditions de la course en référence aux éventuels litiges issus des infractions aux règles (et dieu sait si elles sont nombreuses et complexes en voile). Les conclusions apportées doivent permettre d'éviter de placer le bateau dans l'un de ces cas.

Enfin, le dernier type de connaissances tente de conduire une action "thérapeutique" dans la mesure où il permettrait de proposer des corrections éventuelles sur la bonne marche du bateau à partir d'un diagnostic des défauts de fonctionnement pouvant survenir en course.

Cependant, l'état actuel de l'avancement des travaux autorise le système expert à ne fonctionner qu'à partir de l'analyse des seules données numériques issues des capteurs du voilier (GOUARD, 1991).

IV.2.2 - Le modèle de prise de décision en squash.

Les travaux que nous allons maintenant présenter abordent un aspect plus attrayant eu égard à notre problématique, celui des études portant sur le joueur de squash en position de défenseur. La richesse mise en avant par ce type d'investigation nous conduit à en présenter un développement plus conséquent que le projet NEMO AMERICA.

Les recherches sur la prise de décision du joueur de squash en situation de défenseur fonctionnent en deux temps séparés. Le premier est consacré à la détermination des conditions de départ, de l'espace de problème considéré puis à la mise en place d'une modélisation. Le deuxième temps est quant à lui destiné à la mise en application du modèle ainsi créé.

IV.2.2.1 - Construction du modèle.

L'étude de SARRAZIN, LACOMBE et coll (1983) support de cette orientation de recherche conduit à présenter une simulation par ordinateur d'un processus de décision généralement utilisé par un joueur de squash en situation de défenseur.

L'investigation des stratégies cognitives des sportifs à été réalisée à l'intérieur d'une conception plus générale de la résolution de problèmes, issue des travaux de NEWELL et SIMON (1972). Cette théorie met en avant une analogie entre le fonctionnement humain et celui de l'ordinateur, en terme de traitement de l'information. Ce système rentre en jeu au cours de la confrontation de l'exécutant avec un problème environnemental.

Adopter une stratégie de résolution de problèmes consiste à réaliser des manipulations de nature symbolique à partir d'une tâche qui met en jeu une activité de nature soit intellectuelle, soit motrice. Pour NGUYEN-XUAN (1979), cette approche répond essentiellement au problème de la mise en œuvre de connaissances stockées dans une mémoire à long terme et activées par les caractéristiques d'une situation en cours.

Pour SARRAZIN, LACOMBE et coll (1983), la position de défenseur d'un joueur de squash implique nécessairement qu'il se trouve confronté à une situation de résolution de problème. La notion de problème émanant de l'interrogation sur la décision à prendre concernant trois "états" de préparation à l'action, définis par ALAIN et SARRAZIN (1985) en termes de préparation totale, neutre ou partielle¹⁵. Dans la

¹⁵ cf chapitre II, partie 2.2, page 29 sur les règles de décision

première phase des recherches, les auteurs ont utilisé un outil de type analytique afin de mettre en place le modèle traitant de la façon dont sont représentées et organisées les connaissances qui seront utilisées par l'exécutant. Cet outil est celui de l'analyse du protocole de NEWELL et SIMON (1972). Son fonctionnement est mis en place en quatre étapes, avec :

- 1) La mise en place du protocole.
- 2) La description de l'espace de problème.
- 3) La constitution du graphe des comportements de résolution de problèmes.
- 4) La définition du système de production.

La synthèse des résultats obtenus sera abordé selon ce plan.

le protocole

Le protocole concerne les informations que l'on peut extraire du milieu dans lequel se déroule la situation ainsi que les informations que l'on retire du comportement de l'exécutant. Afin de déterminer le contenu de ces deux propositions, les auteurs donnent à la fois les sources informationnelles employées et la procédure mise en œuvre par l'exécutant pour le choix de son état de préparation. Le modèle dont les auteurs rendent compte est celui de la règle de décision que nous avons décrite au cours du paragraphe traitant de l'approche probabiliste¹⁶.

¹⁶ se reporter page 30.

l'espace de problème

L'espace de problème est défini en tant que représentation organisée de la tâche à réaliser. Cette représentation comprend trois éléments, incorporant à la fois les informations prises en compte, les états de connaissances à travers desquelles le sujet évolue et les opérations employées pour construire de nouveaux états, par définition plus informatifs que les précédents. La construction de cet espace de problème est concrétisée par l'utilisation du BACKUS-NORMAL-FORM, système de notation permettant de décrire les grammaires des langages de programmation. Seront ainsi définis 35 états différents de connaissances.

le graphe de comportement de résolution de problèmes

Dans son souci de pertinence de la prise de décision, l'exécutant tente maintenant de rechercher les éléments qui le conduisent à se déplacer d'un état de connaissance à un autre grâce à l'application d'une opération. La "trajectoire" ainsi constituée est appelée un graphe. Son mode de déroulement temporel fonctionne selon les directions suivantes : de la gauche vers la droite puis vers le bas. La figure 11 nous en donne la représentation terminale.

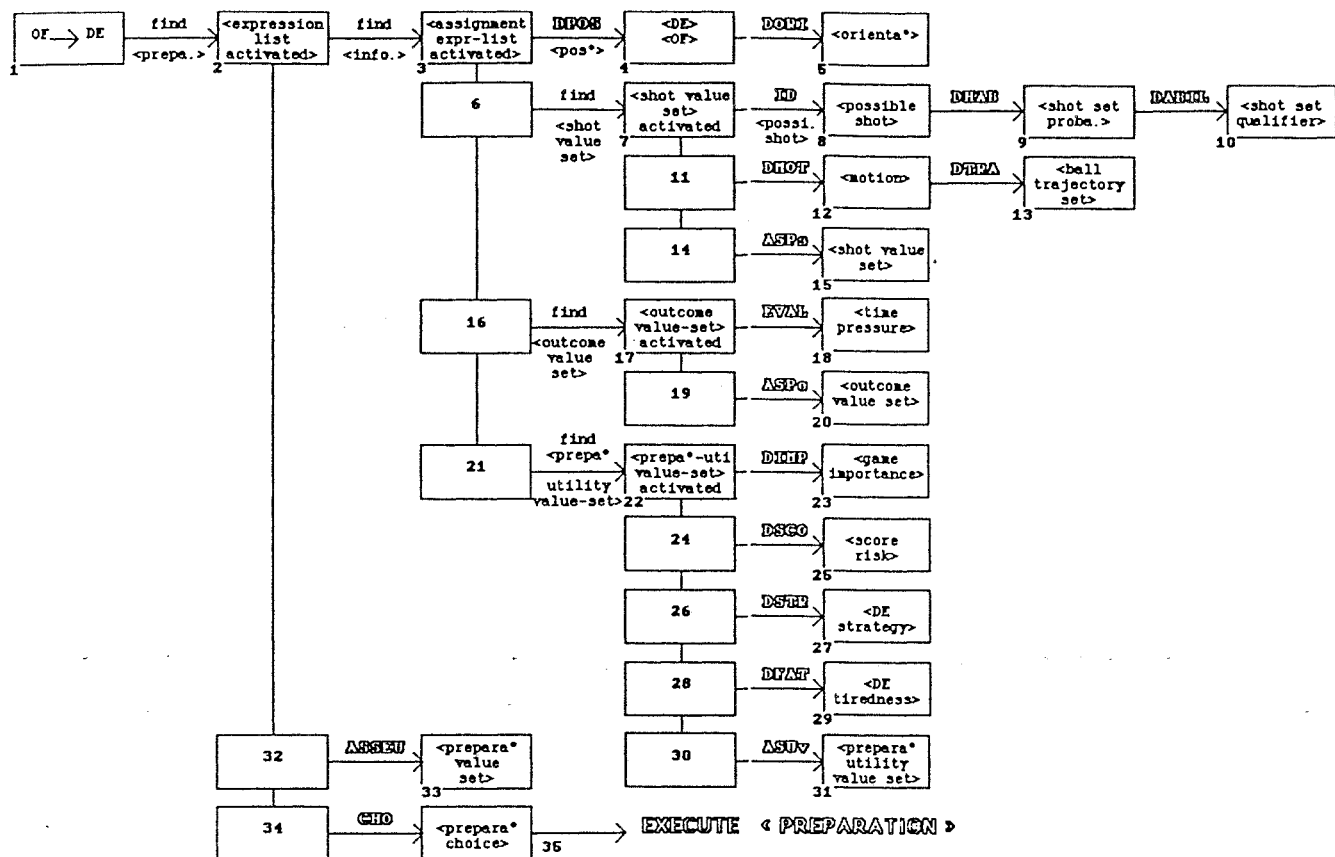


Figure 11 - Graphe de comportement en squash (selon SARRAZIN, LACOMBE et coll, 1983).

le système de production

Le système de production fournit à présent le plan de programmation utilisé pour simuler le processus censé se dérouler dans la résolution du problème. Pour NGUYEN-XUAN (1982), il se différencie cependant d'un langage de programmation pour adopter les caractéristiques d'un " formalisme d'expression programmable d'un schéma de traitement¹⁷". Parmi les autres nombreuses définitions que nous pouvons rencontrer dans la littérature spécialisée, nous retiendrons celle de SIMON (1991) qui nous semble la plus heuristique et la plus représentative compte tenu de notre objet d'étude. Pour l'auteur un système de production est un ensemble de plusieurs "productions" arbitrairement choisies. Ces productions sont présentées comme des règles fonctionnant à partir de propositions conditionnelles de type : **si** CONDITION, **alors** ACTION.

Pour SARRAZIN, LACOMBE et coll (1983), le système de production exprime à la stratégie cognitive du défenseur en squash, stratégie contenue dans la mémoire à long terme. Le système mis en place comporte 22 règles. La procédure d'exécution peut être décrite de la façon suivante : la recherche commence en haut du système de production puis, lorsqu'un état de connaissances est rencontré, l'action appropriée est engagée dans la mesure où le niveau d'information en cours le permet. Dans le cas contraire, le système prévoit une recherche supplémentaire d'informations. A la suite de cette opération, le mécanisme se répète en repartant systématiquement au début de l'algorithme.

¹⁷ selon la définition de l'auteur

A noter que les règles utilisées sont de nature alternative de type : SI la condition A est certaine, ALORS exécuter l'action A, mais SI la condition A n'est pas certaine, ALORS utiliser l'opération B pour réduire cette incertitude.

Le bilan de cette première partie met en avant la nature séquentielle de la stratégie, dont le fonctionnement est réglé selon trois niveaux : D'une part, on met en place toutes les informations à prendre en compte pour le choix de l'état de préparation à réagir. D'autre part, il y a utilisation d'opérations pour assigner des valeurs à chaque type d'informations retenues . Enfin et si seulement la pression temporelle le permet, la recherche éventuelle des informations manquantes est réalisée.

IV.2.2.2 - Validation du modèle.

Dans une deuxième série de travaux, SARRAZIN, ALAIN et coll (1986) abordent maintenant le problème de la validité du modèle réalisée par SARRAZIN, LACOMBE et coll (1983). Ceci se fera au travers du filtre de la simulation par ordinateur.

Les résultats obtenus doivent être regarder sur la base des caractéristiques du modèle élaboré. Le rappel de ces caractéristiques nous montre que la stratégie décisionnelle consiste en un algorithme spécifique placé dans la mémoire à long terme et activé par les états actuels de connaissance contenus dans la mémoire à court terme. De plus, cette stratégie est sous tendue par un système de traitement de l'information bâti en deux étapes :

- ❑ La première, qualifiée d'évaluative, conduit à l'élaboration de la représentation de la situation en cours. Cette structure interne au sujet organise les informations passées et présentes dont l'aboutissement est le calcul des trois valeurs clés de ALAIN et SARRAZIN (1985), Ps, Po et Uv.
- ❑ La seconde étape permet de sélectionner la réponse à donner en terme d'état de préparation, sur la base de l'utilisation de la règle de décision qui met en avant le principe de la maximisation des valeurs d'utilité subjective attendue des coups adverses.

En ce qui concerne la validité intrinsèque du modèle, la simulation établit que cette forme de stratégie de décision est viable, en terme de logique de fonctionnement.

Cependant, si l'on se penche sur les critères de validité des phénomènes eu égard aux résultats en situation de jeu réel, des divergences apparaissent. Le passage par le filtre des comportements réels des joueurs permet de mettre à jour le fait que le traitement de l'information réalisé dans la première phase du processus conduit à des erreurs de préparation. Leurs sources proviennent d'un manque de connaissances sur les véritables valeurs utilisées par les joueurs pour prendre leur décision. Il apparaît de la même manière que, lorsque les éléments pris sont tout à fait pertinents, la réponse obtenue par la règle de décision les combinant ne correspond pas à celle mise en place par les joueurs.

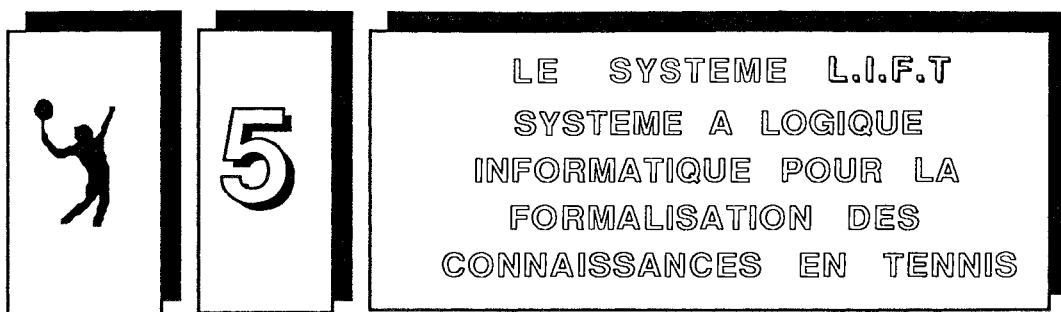
Les explications proposées conduisent les auteurs à dégager les limites d'un tel modèle. En effet, est donc mis en évidence le

fait que soit la règle de décision adoptée n'est pas la bonne, soit ce n'est pas la seule sur lequel s'appuie le processus décisionnel. Enfin, se pose également le problème de la capacité que peut avoir un individu pour réaliser toutes les opérations demandées par la règle, sans parler du nécessaire stockage de l'ensembles des données afin d'établir les comparaisons des différentes valeurs calculées.

PARTIE 5

LE SYSTEME L.I.F.T.

**Système à Logique
Informatique pour la
Formalisation des
connaissances en Tennis**



V.1 - OBJECTIFS ET LIMITES DU SYSTEME L.I.F.T.

Le but majeur du système L.I.F.T. est de rendre compte d'une manière formelle, des connaissances manipulées par les joueurs de tennis en situation de duel. Ces connaissances sont issues du savoir des experts qui ont collaboré au projet (voir chapitre suivant).

Le système LIFT est donc doté d'un modèle conceptuel de la dynamique des connaissances, et d'un programme logique issu de la transcription du modèle.

Le modèle est une représentation des concepts manipulés et de la dynamique interne de ces derniers. Il favorise donc la mise en évidence de ces éléments et doit agir sur la compréhension des informations utilisées par les joueurs, ainsi que sur leur degré d'importance dans le système de prise de décision. Sa structure cherche donc à se rapprocher de l'expression des connaissances des experts dans ce qu'elle a de plus spécifique.

L'outil logique, transcription informatique du modèle, simule ce dernier afin d'en permettre l'exploitation réelle. Actuellement, son écriture dans un langage procédural ne répond qu'à un objectif de vérification du modèle. Pourtant, son exploitation doit favoriser l'auto-évaluation de l'efficacité stratégique d'un joueur et la mesure de l'adéquation des réponses de l'apprenant par rapport au modèle. Pour cela, l'outil doit justifier ses conclusions. Cette caractéristique propre aux systèmes experts nécessitera, ultérieurement, une réécriture dans un langage plus approprié.

Toutefois, L.I.F.T. ne s'adresse pas au tennis dans sa globalité. D'une part, il ne s'intéresse qu'au processus de prise de décision d'un joueur en situation de match. D'autre part, le processus lui-même est limité à la phase dite de "service-retour de service".

De plus, L.I.F.T. ne peut raisonner qu'à partir d'un certain niveau de pratique correspondant à celui de joueurs de 2ème série minimum jusqu'à des classements du circuit professionnel du tennis international (classements A.T.P). Il part du principe que les éléments techniques (étendue des possibilités du service, acquisition des effets au service) sont en place. Nous pouvons donc considérer qu'une différence de choix stratégiques entre le processus décisionnel révélé par le modèle et la prise de décision effective du joueur ne peut résulter que :

- ☐ D'une aberration stratégique du joueur;
- ☐ De l'existence de choix multiples pour la situation analysée.

V.2 - LES CONNAISSANCES EN JEU : LE POINT DE VUE DE L'EXPERT

V.2.1 - Qui sont les experts ? quel statut ont-ils ?

Dans un premier temps nous avons considéré l'expert comme étant un joueur rendant compte d'un niveau de jeu le plus élaboré dans la pratique du tennis. Pour des problèmes de disponibilité, notre choix s'est limité à l'utilisation de l'un des meilleurs joueurs lorrains possédant un classement de - 4/6. Cependant, le recours à un deuxième expert a progressivement modifié l'angle sous lequel le processus de décision est analysé.

Le statut différent de ces deux experts est à l'origine de ce glissement. En effet, l'origine de la connaissance est progressivement et involontairement passée d'un expert ayant le statut de joueur à un expert ayant un statut d'entraîneur. Ce qui était involontaire au départ s'est révélé très judicieux pour des raisons :

- ❑ qualitatives, grâce à une meilleure accessibilité des connaissances, dans la mesure où l'expert enseignant est amené très fréquemment à formaliser ses connaissances
- ❑ de distribution des connaissances utilisées, grâce à un point de vue pouvant englober à la fois le joueur en situation de service et le joueur en situation de retour de service.

Ce dernier élément contient en fait un critère important au niveau du système : sa neutralité dans le duel serveur - relanceur.

V.2.2 - Etude de la phase service - retour de service.

La phase de jeu service - retour de service peut se comprendre comme la recherche par les joueurs de la stratégie qui leur assurera le meilleur gain face à l'adversaire. Avant de développer la suite de notre raisonnement quant à la résolution de ce problème, tentons de présenter les faits en présence grâce au tableau suivant.

Tableau 3 - caractérisation des rôles respectifs du serveur et du relanceur

CARACTERISATION DU ROLE DE SERVEUR	CARACTERISATION DU ROLE DE RELANCEUR
RELATIONS AVEC LA SITUATION	
• DEUX BALLES DE SERVICE, DONC UN DROIT A L'ERREUR. • COUP DONNANT UN AVANTAGE IMPORTANT COMPTE TENU DE LA VITESSE ELEVEE DE LA BALLE ET DU DEGRE DE L'INCERTITUDE PROCUREE.	• AUCUN DROIT A L'ERREUR. • QUALITE DE L'EXECUTION TECHNIQUE DU RETOUR FONCTION DE LA QUALITE DU SERVICE ADVERSE.
CONNAISSANCES DISPONIBLES COMMUNES	
• LA NATURE DU TERRAIN (TERRAIN LENT OU RAPIDE) • LE SCORE • L'EVOLUTION DE LA RENCONTRE, EN TERMES D'EVENEMENTS	
CONNAISSANCES DISPONIBLES INDIVIDUELLES	
• POINTS FORTS ET POINTS FAIBLES • MODIFICATIONS EVENTUELLES APPORTEES AU SERVICE A LA SUITE DES ENTRAINEMENTS	• POINTS FORTS ET POINTS FAIBLES • MODIFICATIONS EVENTUELLES APPORTEES AU RETOUR A LA SUITE DES ENTRAINEMENTS
CONNAISSANCES INDISPONIBLES OU VARIABLES	
CES CONNAISSANCES SONT DE DEUX ORDRES : • LA CONNAISSANCE DES CONNAISSANCES INDIVIDUELLES DE L'AUTRE • LA CONNAISSANCE DE CE QUE L'ADVERSAIRE CONNAIT SUR VOUS	

A la suite des éléments montrés par le tableau 3, nous pouvons faire le constat des stratégies suivantes :

❑ **pour le serveur**, il s'agit de mettre en place une stratégie gagnante, c'est à dire une stratégie rendant compte du plus haut niveau d'efficacité possible.

❑ **pour le joueur en situation de retour de service**, confronté à la nécessité de ne pas perdre le point, sa stratégie sera plutôt orientée vers la recherche de la caractérisation la plus juste possible de la stratégie supposée adoptée par le serveur.

Cependant, si ces remarques doivent nous permettre de mieux définir les objectifs généraux de chacun des joueurs, le règlement de l'activité concernant cette phase de jeu modifie quelque peu ces indications. En effet, si ces données peuvent nous satisfaire dans le cas de l'exécution de premières balles de service, le cadre des deuxièmes balles offrent une autre perspective décisionnelle. Les caractéristiques du second service ne concourent plus à donner au serveur un avantage décisif laissant ainsi la possibilité au relanceur de mettre en place une stratégie gagnante.

Selon cette dernière proposition, le point central de la phase de jeu considérée semble donc bien être la stratégie adoptée par le serveur, dans la mesure où celui - ci a l'initiative de l'action. L'analyse que nous pouvons faire de ce facteur nous conduit à définir deux axes décisionnels quant au choix de la stratégie du serveur :

❑ le serveur fonde l'exécution de son service uniquement sur la prise en compte de son point fort. Il recherche donc le point immédiat grâce notamment à ce que l'on appelle un "ace".

- ☐ le serveur fonde l'exécution de son service sur la prise en compte du point faible adverse au niveau du retour. Le serveur recherche par cette action, soit le point immédiat grâce à la faute du relanceur (faute provoquée par la pression exercée sur le point faible du joueur), soit une position très favorable pour finir le point dans des délais les plus brefs.

La résultante de ce choix constitue pour nous l'objectif le plus important de notre réflexion dans la mesure où elle conduit le serveur à rechercher une zone bien précise dans le carré de service adverse. Quel que soit le côté de service choisi, trois espaces significatifs peuvent être repérés dans les deux carrés de service:

- ☐ Un espace de jeu excentré, correspondant à des services croisés.
- ☐ Un espace de jeu centré, correspondant à des services le long de la ligne délimitant les deux carrés de service.
- ☐ Un espace de jeu, correspondant à des services sur le relanceur.

REMARQUE: Cet espace spécifique de jeu porte, dans le modèle, le nom de *zone_cible*.

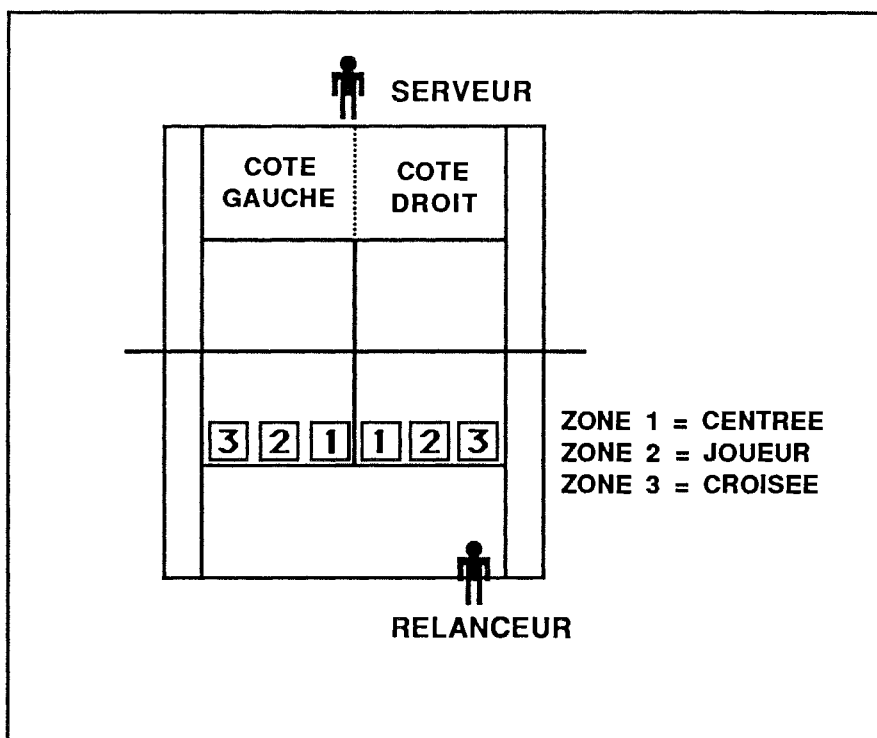


Figure 12 - représentation des zones atteintes par le service

Pour compléter ces éléments, nous pouvons également prendre en considération le fait que dans une même zone, le serveur a la possibilité technique de réaliser des services avec des caractéristiques différentes quant aux effets produits. Trois types de balles (nommé *type_balle*) sont ainsi déterminés :

- ☐ Service plat.
- ☐ Service lifté.
- ☐ Service slicé.

On peut également mettre en relation l'exécution technique de ces services avec les conséquences produites sur le plan de la nature de la trajectoire de la balle. Le type de lancer de balle (nommé *lancer_balle*) nous fournit ici cet élément de liaison.

Quatre valeurs seront considérées pour ce critère :

- ☐ Un envoi de balle devant le joueur.
- ☐ Un envoi de balle haut ou au dessus de la tête.
- ☐ Un envoi de balle derrière le joueur.
- ☐ Un envoi de balle excentré, sur la droite ou la gauche du joueur selon sa latéralité.

Cependant, si toutes les combinaisons entre le lancer, le type de service et la zone atteinte sont théoriquement possibles (soit 36 cas), notre connaissance de l'activité tennis nous incite à ne prendre en compte que les cas réels, ou rapportés à un contexte plus formalisé, les cas ayant les plus fortes probabilités d'apparition. Ces probabilités ou ce constat du réel se fondent à la fois sur les limitations anatomiques de réalisation des coups et sur leurs intérêts tactiques compte tenu de la latéralité des deux joueurs (gauchers, droitiers) et du côté du terrain (droit, gauche) dans lequel on observe la phase de jeu. Si l'on prend l'exemple d'un service exécuté par un serveur droitier sur le côté gauche du terrain, les possibilités peuvent être les suivantes :

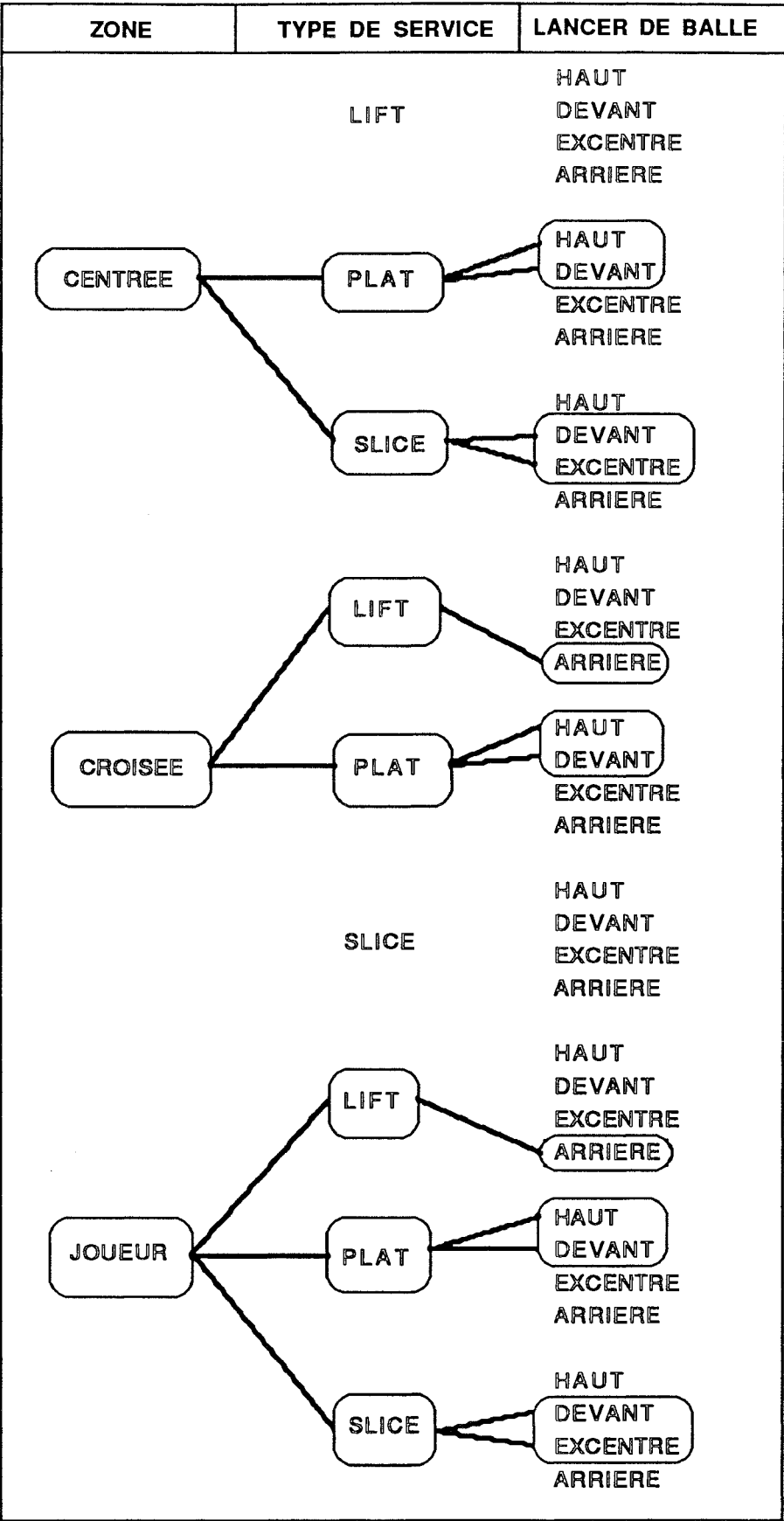


Figure 13 - possibilités réelles de combinaisons zone / lancer / type de balle

D'après la figure 13, le nombre des "possibles" redescend à 12. Si l'on considère maintenant le point faible du relanceur comme étant le coup "revers", ce joueur étant droitier et sachant que l'on se trouve toujours du côté gauche du terrain, son point faible correspond donc à la zone croisée. Le nombre de cas que le serveur doit prendre en compte afin de produire une stratégie optimale n'est plus que de trois (les deux autres zones sont momentanément éliminées). Si enfin, ce serveur se retrouve dans une situation au score de 3 jeux partout et 30/40, situation telle qu'il se doit de rechercher un compromis entre la qualité du service (qui lui assurera un niveau de réussite acceptable) et le niveau de prise de risque (qui lui assurera un bon pourcentage de réussite), seul le service lifté suivi au filet remplira ces conditions. Nous sommes ici en présence d'un cas unique lié, il faut le préciser tout de même, à une situation particulière mais réelle. De la nature du lancer de balle, le joueur peut ainsi en déduire la stratégie, la zone et le type de service délivré par son adversaire.

Ce facteur lancer de balle retiendra également toute notre attention dans la mesure où il mettra en évidence un raisonnement remettant en cause les conclusions apportées par les règles mises en place. Ce raisonnement prenant appui sur une prise d'information visuelle concernant le type de lancer de balle du serveur, peut s'exprimer de la façon suivante :

- ➡ à des règles est associée une stratégie
- ➡ à une stratégie est associée une zone
- ➡ à une zone est associée un type de balle
- ➡ à un type de balle est associé un type de lancer

Si le lancer observé ne correspond pas au lancer défini antérieurement, le type de balle est remis en cause entraînant avec lui une remise en cause de la zone pour finir par une remise en cause éventuelle de la stratégie.

En dernier lieu, et nous venons de l'entrevoir précédemment, le comportement du serveur sera également fonction de la situation dans laquelle les deux joueurs se trouvent par rapport au score. L'approche de la fin d'un jeu ou d'un set ne contient pas les mêmes caractéristiques sur le plan du choix des stratégies que le début de la rencontre. De plus ces différentes caractéristiques s'additionnent pour exprimer le fait que l'un des deux joueurs est en position de perdre ou de gagner un jeu, ce qui lui donnerait le gain ou la perte d'un set, ce qui pourrait l'amener au gain ou à la perte de la rencontre.

Cependant, le caractère répétitif de la phase de jeu service / retour de service nous conduit à aborder un facteur essentiel concernant le critère de compréhension des comportements en jeu qui est celui du temps. Les joueurs sont donc en mesure, à chaque fois que la situation service / retour de service se présente, de pouvoir se remémorer tout ou une partie des comportements mis en jeu dans les phases précédentes. Associés aux résultats qu'ils ont produits, ces comportements sont mis en relation avec les événements actuels. On peut ainsi établir une comparaison entre ce qui est en train de se dérouler et ce qui est arrivé jusqu'à présent. En d'autres termes, les joueurs "apprennent" progressivement leurs comportements réciproques, et plus particulièrement le relanceur dans la mesure où il est placé dans une situation plus critique que le serveur.

Ce facteur "apprentissage" constitue pour nous la clé de voûte du processus décisionnel en cours car il donne une inscription affective importante aux décisions réalisées, soit en termes de renforcement donc de permanence de la stratégie mise en œuvre, soit en termes d'inhibition donc d'abandon de cette stratégie. Il est maintenant également important de préciser que les résultats émanant de la comparaison passé - présent ne sont que momentanés. En effet, cet apprentissage ne peut conduire à une quelconque analyse définitive de la stratégie adoptée par le serveur, par exemple. Les probabilités de permanence d'un comportement stratégique peuvent se rapprocher de 1 mais sans jamais atteindre cette valeur. Plusieurs raisons à cet état de fait :

- ❑ Le caractère répétitif de la phase service / retour de service procure un effet d'apprentissage du joueur adverse, mais procure également la possibilité au relanceur, en particulier, de "s'habituer" au service adverse rendant ainsi plus aisée la réalisation motrice du retour.
- ❑ Compte tenu de l'importance de cette phase par rapport au jeu, les joueurs ont tendance à remettre plus ou moins en cause les conclusions apportées dans les situations précédentes, soit pour obtenir un effet de surprise à la suite de l'adoption d'un comportement présenté comme "aberrant", soit parce qu'ils ne font pas totalement confiance à leurs prédictions, soit en considérant que si l'un "sait" l'autre "sait" également et que donc il est préparé diminuant ainsi la qualité de leur prédiction.

Sur le modèle, ces constats entraîneront deux conséquences : d'une part qu'il faudra attendre la réalisation d'un certain nombre de phases de jeu avant que les déductions de comportements

puissent prendre corps et d'autre part que cette notion d'apprentissage sera représentée sous la forme de "matrice" incluant des règles d'interprétation soulignant le caractère épisodique des conclusions produites. Ces caractéristiques seront envisagées plus loin.

V.3 - NOTION DE SCHEMA CONCEPTUEL.

Notre hypothèse majeure sur la prise de décision d'un joueur de tennis réside dans l'exploitation des informations qui rendent compte du fonctionnement réel du système. Dans la recherche d'une représentation cohérente de ce système nous adopterons comme préalable celui développé par une équipe du CRIN (ROLLAND, FOUCAULT et coll, 1988) stipulant que la gestion des informations puis le traitement et l'utilisation dans un environnement finalisé nécessitent de faire appel à des véritables SYSTEMES D'INFORMATION (SI).

Loin d'être une redondance par rapport à la formulation de notre hypothèse, il s'agit d'exploiter la minutieuse formalisation qui entoure la conception d'un SI et d'épouser globalement la démarche qui la sous-tend.

Cette déclaration mérite toutefois qu'un "bémol" vienne en limiter la portée. Etant dans l'impossibilité d'apprécier finement toute l'importance d'une représentation poussée à son expression mathématique la plus pure, d'estimer la pertinence d'un découpage entre des phases conceptuelles et des phases logiques comme c'est le cas dans la méthode 'REMORA', nous avons choisi d'adopter des solutions qui nous semblent répondre à nos besoins sans prétendre atteindre le degré de cohérence recherché par ces méthodes.

Outre cette difficulté à exploiter des concepts d'une discipline qui n'est pas la nôtre, nous n'avons pas trouvé, dans la spécificité de notre système, matière à entrer dans une formalisation plus poussée,

tant la quantité d'informations, la quantité de transactions et le nombre d'agents impliqués étaient limités.

Notre curiosité vis à vis de la méthode REMORA trouve également sa source dans la nécessité de disposer d'un système de modélisation incorporant la notion de temps. Mais, là encore, la notion d'évènement traitée par REMORA ne nous a pas permis une exploitation effective tant son formalisme est lié à une conception linéaire du temps, conception particulièrement efficace pour la gestion des bases de données. Cet aspect sera envisagé dans un chapitre suivant.

Ces contingences expliquent la construction d'un système qui n'a retenu de ces prestigieux modèles que les éléments les plus fondamentaux.

V.3.1 - Définition d'un système d'information.

C'est un ensemble formé :

- ❑ de collections de données, représentations partielles, en partie arbitraires mais nécessairement opératoires, d'aspects pertinents de la réalité de l'organisation sur lesquels on souhaite être renseigné. Ces collections inter-reliées, aussi cohérentes que possible, sont mémorisées et communiquées dans le lieu, le moment et la présentation appropriés aux acteurs qui en ont l'usage;

- ❑ de collections de règles qui fixent le fonctionnement informationnel. Ces règles traduisent ou sont calquées sur le fonctionnement organisationnel. Partie intégrante du SI, ces règles doivent être connues des acteurs qui utilisent le SI. Elles leur sont nécessaires pour l'interprétation et la manipulation des collections de données;
- ❑ d'un ensemble de procédés pour l'acquisition, la mémorisation, la transformation, la recherche, la communication et la restitution des renseignements;
- ❑ d'un ensemble de ressources humaines et de moyens techniques intégrés dans un système, coopérant et contribuant à son fonctionnement et à la poursuite des objectifs qui lui sont assignés.

Nous verrons, plus loin, que le système gérant les informations en tennis doit tenir compte d'une dimension qui va à l'encontre de certains des principes énoncés. En effet, essentiellement fondé sur l'existence d'une opposition entre les agents du système, ce dernier doit tenir compte de transactions beaucoup moins claires que celles envisagées dans le cadre d'un SI. Partager l'information n'est pas forcément le but des agents d'un système fondé sur l'opposition.

V.3.2 - Les fondements de la conception du système LIFT.

Notre adhésion à une approche de type "systémique" est liée à la nécessité de se centrer sur les éléments que manipule l'expert, à

savoir les données (avec leur statut) et les relations qu'elles entretiennent, plutôt que sur les fonctionnalités de ces données.

En définitive, nous nous attacherons essentiellement à produire un SCHEMA CONCEPTUEL qui traduit la sémantique du réel. Deux types de connaissances seront alors représentés :

- ☐ la connaissance des faits ou de l'état du système opérationnel;
- ☐ la connaissance des règles de structure et de comportement du système.

Ces deux types de connaissances seront envisagés aussi bien sous leurs aspects statiques que dynamiques. Sans manipuler expressément les concepts d'événements tels qu'ils se présentent dans la méthode REMORA, il s'agit de rendre compte des relations temporelles qui s'instaurent dans le système.

Ce schéma doit avoir les qualités suivantes :

- ☐ clarté et simplicité : les notions manipulées ne doivent pas être ambiguës et rester "parlantes";
- ☐ cohérence : il ne doit pas y avoir de contradiction entre les différents éléments du schéma;
- ☐ complétude : l'essentiel du phénomène doit être représenté sans toutefois chercher l'exhaustivité;
- ☐ fidélité : la représentation ne doit comporter ni biais, ni déformation;
- ☐ non redondance : un élément ne doit pas pouvoir être obtenu à partir d'un autre.

Cette description des qualités du SCHEMA CONCEPTUEL reste toutefois, pour nous, une optimisation du modèle et ne se traduira pas par la recherche d'un ensemble de contrôles formels.

Signalons, enfin, qu'il n'y a pas réellement passage d'une phase conceptuelle à une phase logique qui envisage les solutions techniques adéquates. Si le système LIFT s'accompagne effectivement d'un programme informatique, celui-ci ne joue que le rôle de simulateur du modèle afin de mesurer la cohérence.

V.4 - CONSIDERATION SUR LES CONNAISSANCES MANIPULEES: LE POINT DE VUE DU COGNITICIEN

Il est important de considérer que la prise de décision que nous voulons étudier se situe dans le cadre d'un affrontement entre deux joueurs. Comme pour toutes les activités sportives, cet affrontement se déroule dans le temps, suivant des règles précises appelées "règles du jeu", pour aboutir à une sanction finale (le résultat). Nous verrons, un peu plus loin, que d'autres éléments caractérisent le duel entre les deux joueurs et ont un impact sur la modélisation du système. Mais revenons d'abord sur le cadre fixé.

V.4.1 - le partage de l'information.

Le premier élément de ce cadre précise le rôle des agents qui interviennent dans le système : un serveur et un relanceur.

Précisons d'emblée que la prise de décision rend compte de l'activité du serveur vue par une tierce personne. Dans le système de duel serveur/relanceur, il faut donc distinguer les informations dont disposent le serveur de celles connues uniquement du relanceur. Les informations manipulées par le système peuvent être connues avec certitude par l'un ou par l'autre des joueurs ou par les deux , ou encore estimées à des degrés différents (des probabilités différentes) par l'un ou par l'autre.

Le système va donc tenter de prévoir les caractéristiques du service (dans un ordre décroissant d'importance) en simulant le

raisonnement que devrait tenir le relanceur. Mais parallèlement, ce raisonnement tient compte des points faibles de celui qui tient le raisonnement. Le système doit alors adopter un autre point de vue et considérer les déductions que le serveur a pu faire sur les capacités (dans notre exemple, les points faibles) du relanceur. En d'autres termes, pour que le système reste neutre, il nous faut gérer le partage des informations, c'est à dire la part que chacun dévoile à l'autre.

Il s'agit là de mettre en évidence la subtilité du jeu, mêlant la ruse, la tromperie, l'effet de surprise. Le processus de prise de décision doit donc être élaboré en tenant compte du fait qu'il n'est pas un produit final, mais bien une information délivrée à un adversaire qui dispose de ses propres moyens et de ses propres possibilités de réponse. Il délivre donc un message sur l'organisation du serveur, de même que le résultat dépendant de la réponse du relanceur agit comme un révélateur de la compréhension de ce dernier sur la stratégie employée par son adversaire.

Plus que la simple connaissance des capacités techniques de son adversaire, ces échanges de messages délivrent des informations sur la compréhension du jeu, comme si une partie de la base de règles employées par l'un se dévoilait peu à peu à l'autre.

V.4.2 - Le déroulement dans le temps.

Le deuxième élément du cadre de réflexion concerne le facteur temps. Ce dernier joue un rôle doublement important.

D'une part, un fait peut recevoir un éclairage différent en fonction de sa place dans la rencontre. Par exemple, la probabilité d'une

stratégie de "service gagnant" sera calculée différemment lorsque l'analyse se fera en début du match ou pendant le match au moment d'une égalité des scores. Un fait n'est jamais acquis définitivement. Il faut le remettre en cause dès que certaines conditions sont remplies. La logique interne du tennis nous permet de repérer ces conditions.

D'autre part, puisque le jeu se déroule dans le temps, nous sommes en présence d'une répétition de prise de décision. Or, en tennis, la prise de décision du serveur (en fait, son exécution) est immédiatement sanctionnée par la réponse (ou la non réponse) du relanceur. Cela signifie qu'en présence des mêmes conditions, des prises de décision différentes peuvent avoir lieu dans le temps.

Tenir compte du facteur "temps" c'est donc, avant tout, être capable à la fois de repérer les moments pour lesquels un fait préalablement établi peut être modifié, et de mémoriser les caractéristiques des différents coups joués.

Cette analyse ne serait pas complète si elle n'envisageait pas le problème de la "**pression temporelle**". Dans le domaine sportif, la prise de décision se fait généralement "sur le champ". Lorsque le kayakiste doit décider de l'endroit où il franchira le "seuil" selon l'importance du niveau de l'eau, il ne dispose pas d'un temps de réflexion suffisant pour lui permettre de peser l'ensemble des données. A ce titre, PARLEBAS (1981) signale que "la complexité de l'action qui se déroule en grandeur réelle, au sein d'un espace et au cours d'un temps réel, échappe habituellement à une pré-détermination rigoureuse et interdit une programmation séquentielle absolue". Pour notre part nous estimons que la phase de service échappe à cette contrainte car l'action motrice qui la caractérise est

entièrement pré-déterminée. Dans ce cas, nous jugeons qu'il est possible de parler de "stratégie". Les autres phases de la rencontre (le retour de service notamment), ne reposent pas complètement sur la même analyse. Dans le chapitre "prospective et conclusion", nous envisagerons les possibilités d'une approche liée à l'intelligence artificielle, dans le cas de décision motrice partiellement non-déterminée.

Cette dernière remarque pose toutefois le problème de la pertinence du recours à une méthodologie et d'outils liés aux bases de connaissances.

V.4.3 - La structure du simulateur.

Les faits manipulés par les joueurs, soit par prise d'informations, soit par déduction sont à la base de notre réflexion. Cela nous a conduit à envisager, pratiquement dès le début de notre travail, le recours à un système à base de connaissances. Cette approche a priori du problème, nous a permis d'envisager un formalisme centré sur les faits, séparant les données de leur mode d'emploi. Toutefois, au fur et à mesure de l'avancement des travaux, nous nous sommes aperçus que **globalement** les experts étaient capables de décrire un modèle déterministe. Le recours à des techniques traditionnelles (programmation procédurale) n'est pas pour autant pertinent. En effet, une des caractéristiques essentielles de l'exploitation des faits par l'expert repose sur l'existence de structures mémorisant les faits antérieurs (formalisées sous la forme de matrices) capables de remettre complètement en cause des hypothèses générales. Le risque est alors grand, dans une approche déterministe et chronologique d'aboutir à une **explosion combinatoire**. Il est impossible de déterminer, à l'avance, la répartition des données

numériques dans les matrices, et donc de prévoir les solutions en conséquence. Il apparaît donc que, passée la phase dite "d'observation" pendant laquelle les joueurs fonctionnent suivant un schéma pré-établi, la construction du système de raisonnement n'obéit plus **généralement** à des combinaisons parfaitement repérées. Toutefois, ces caractéristiques sont éminemment liées aux joueurs que nous observons. En effet, dans certains cas, le comportement tactique est tellement stéréotypé qu'il ne nécessite que l'utilisation d'un modèle très limité et fortement déterministe.

Somme toute, la connaissance manipulée dans la phase de service ne justifie le recours à des mécanismes d'inférence que lorsque le comportement des joueurs présente suffisamment d'incertitudes pour mobiliser toute la puissance des règles de fonctionnement liées aux matrices.

Une deuxième caractéristique est intéressante à traiter. Elle explique également le relatif déterminisme du système. Nous pouvons, en effet, remarquer que les indices capables de modifier une hypothèse de base sont en nombre extrêmement réduit. Si nous exceptons les **nœuds** provenant des analyses des matrices, seules les prises d'information sur la position du serveur au moment du service, son type de lancer de balle, ainsi que les déductions liées aux différents scores (score du jeu, score du set) sont susceptibles, à des degrés différents, de faire varier le processus de décision. Les conditions dans lesquelles s'effectuent les actions motrices dans les activités sportives sont certainement à la base de ce type de fonctionnement. Nous y ajouterons que l'ensemble des possibilités offertes au serveur est également réduit. PIZZINATO (1989) met parfaitement en évidence que le choix tactique du serveur se limite

globalement à trois zones (les côtés ou le milieu, par rapport à la position du relanceur), associées à trois effets de balle (slice, lift ou plat).

Les effets de surprise ne sont toutefois pas absents de l'affrontement des deux joueurs. Dans des systèmes à fortes probabilités, le salut semble résider dans le bon emploi de cette forme de déstabilisation de l'adversaire.

Mais le bluff est une arme difficile à manier dans les conditions de jeu du tennis. La "science" du tennis revient globalement à détecter et à jouer sur le point faible de son adversaire pour gêner la relance de la balle. L'effet de surprise consistera donc à jouer sur le point fort du relanceur avec toute les conséquences que cela suppose. Outre cet aspect, les conditions de déclenchement de l'effet de surprise sont que très difficilement repérables tant elles sont liées à des contingences externes au jeu lui-même, ce qui lui donne d'ailleurs son qualificatif de "surprise". Pour notre part, nous considérerons que nous sommes en présence d'un "effet de surprise" lorsque le lancer de balle du serveur rentre en contradiction formelle avec les autres éléments déduits par le modèle (la probabilité de ces éléments doit être de 100%). A cet effet, les garanties dont nous nous entourons sont les suivantes :

- L'inadéquation du lancer de balle avec les éléments déduits ne peut pas provenir d'un problème technique (le serveur se "trompe" de type de service). Nos hypothèse de base sur les qualités techniques des joueurs en présence nous permettent d'éliminer ce cas de figure.

- La probabilité d'un choix stratégique unique est très forte. Le recours à un lancer de balle différent que celui prévu est donc considéré comme pratiquement nul.

La troisième caractéristique majeure porte sur la constance de la connaissance manipulée. Fondamentalement les fondements stratégiques et tactiques du tennis n'évoluent que très peu dans le temps. Même si le progrès technologique modifie le jeu, c'est surtout sur le plan technique que les effets s'en font ressentir. Une base de connaissances tactiques ne sera donc l'objet que de menus ajustements.

Enfin, la résolution du problème posé au serveur et/ou au relanceur ne peut pas être envisagée sous différents éclairages. En d'autres termes, il n'existe qu'une seule porte pour rentrer dans le problème, limitant du même coup les stratégies de résolutions. Le processus de décision, en tennis passe par trois phases hiérarchiques : la recherche d'une **stratégie majeure** ("service gagnant" ou "service sur point faible du relanceur"), la détermination de la **zone visée** et la déduction du **type d'effet** probable. Même en l'absence de certitude, la résolution d'une phase participe à la déduction des caractéristiques des autres phases placées en aval. Mais les faits établis dans une phase ne permettent ni de fonder ni de conforter les conclusions d'une phase située en amont. Signalons que cet ordonnancement est remis en cause lorsque le système détecte les conditions d'émergence d'un effet de surprise. Ces conditions ne pouvant apparaître que dans la deuxième phase, elles remettent en question les conclusions de la première phase. Dans ce cas, et seulement dans ce cas, la stratégie (première phase) est déduite des phases suivantes.

Les technologies à base de connaissances semblent alors bien lourdes (techniquement et financièrement) pour simuler une activité que trop de caractéristiques poussent à considérer comme déterministe.

Nous en attendons toutefois trois avantages :

- ❑ D'une part une plus grande clarté dans la construction de nos modèles fondée sur un formalisme rigoureux;
- ❑ la recherche de solutions évitant une explosion combinatoire difficile à gérer, autant dans la phase de construction que dans la phase de maintenance;
- ❑ la mise en évidence des règles de fonctionnement liées aux objets manipulés.

Ce cadre conditionne la structure même de notre système. Il nous faut donc maintenant analyser **la connaissance sous l'angle de son expression** par l'expert.

V.4.4 - L'expression de la connaissance par l'expert.

Il nous semble important d'en souligner deux aspects majeurs.

D'une part, l'expression du savoir de l'expert se traduit aisément sous la forme de **règles de production** du type "Si prémisse ALORS conclusion". Cette expression des connaissances semble parfaitement s'accommoder d'un mode de fonctionnement qui, avant tout, recherche les signes extérieurs probants du comportement de l'adversaire

pour y apporter la réponse la plus adaptée. La mise en évidence des relations entre les signes et le diagnostic forme donc l'essentiel de notre travail. Il est toutefois nécessaire de signaler la présence d'un enseignant parmi les deux experts qui ont collaboré au projet. L'expression de la connaissance est sensiblement distincte lorsque qu'elle émane du joueur, elle est alors descriptive, et lorsque qu'elle est soutenue par l'enseignant, elle est alors très nettement pré-formalisée.

D'autre part, d'une manière générale, les conclusions des règles de production ne sont que très peu relativisées par un **coefficient de vraisemblance**. Un fait est donc généralement établi avec une certitude de 100%, pour sa période d'existence. Par contre, le raisonnement est fortement lié à des hypothèses de départ qui sont évaluées par l'intermédiaire de probabilités. L'indice de certitude, soit 100%, est réparti sur un certain nombre de faits qui sont interrogés en fonction des événements liés à l'échange en cours et en fonction des événements antérieurs. En définitive, la somme des fractions de probabilité évalue l'hypothèse de départ, soit en la confirmant, soit en l'infirant. Par exemple, l'expert part du principe que sur une première balle, le serveur va **certainement** chercher une stratégie de type "service gagnant". L'analyse qui est menée va calculer la probabilité de l'apparition d'une telle stratégie en considérant la rapidité de la surface, l'adéquation de la latéralité du serveur et le côté du service, les conditions de score, et le type de lancer de balle. Chacune de ces interrogations va "incrémenter", ou non, la probabilité finale d'une part définie préalablement par l'expert.

Toutefois, si la certitude de l'expert est généralement stable, ce n'est pas le cas lorsqu'il tente d'exprimer le moment où il considère qu'il dispose de suffisamment d'informations pour appuyer son

raisonnement sur des données numériques antérieures. L'expert ne peut pas déterminer avec précision, par une valeur fixe, ce moment, mais le recours à une **gestion de l'incertain** fondée sur l'utilisation de la logique floue ne le satisfait toutefois pas. A la formulation d'une fonction capable de rendre compte de conditions nuancées, l'expert préfère un système concluant en deux temps. Dans un premier temps, il se donne des conditions suffisamment larges mais précises pour aboutir à une conclusion globale satisfaisante. Cette première conclusion ne porte toutefois que sur la rencontre dans sa globalité et ne rend compte que d'une idée très générale de la disponibilité des informations. Lors de cette étape, l'expert manipule des faits du type "nous sommes en phase d'observation", "la partie est lancée", "a priori, je peux utiliser les matrices numériques", etc... Mais si la première conclusion est positive (dans notre cas, lorsque l'expert considère que le match est suffisamment avancé), il cherchera à confirmer sa première impression en analysant très finement les conditions en cours. Mais cette deuxième phase est spécifique aux conditions testées. Par exemple, lorsque l'expert utilise des matrices numériques, celles-ci s'accompagnent de tests particuliers sur la répartition des données dans ces matrices. Cette manière de procéder permet d'envisager des conditions de tests autonomes suivant la branche dans laquelle se situe le raisonnement. D'autre part, elle rend bien compte du fait que deux facteurs agissent sur la conclusion définitive. En effet, l'analyse de la répartition des données d'une matrice (2ème temps) ne peut être pertinente que si le déroulement de la rencontre a mis en œuvre suffisamment de situations distinctes, ou que la répétition de situations identiques n'est pas due au hasard.

Il nous faut maintenant organiser le passage d'une vision des connaissances formulées par l'expert à un système plus formel.

V.5 - LA FORMALISATION DES CONNAISSANCES DANS LIFT

V.5.1 - Types de connaissances.

Le transfert d'expertise aboutit à une somme de données dont la mise en forme, la formalisation, va permettre de dégager la dynamique du système de raisonnement. Mais, nous avons vu que ces données n'agissent pas dans le même espace-temps. Un effort de classification des connaissances est donc nécessaire pour mieux comprendre la logique du système.

Nous pouvons considérer que, dans le cadre limité de notre analyse (mais nous avons tout lieu de croire qu'il en va de même pour une analyse complète d'une rencontre, voire transposable à d'autres activités duelles), trois types de faits sont manipulés :

Il s'agit :

- ❑ **Des faits de base**, établis avant même le début de l'analyse. Ces faits sont invariants dans le temps, car liés à des conditions qui ne peuvent pas évoluer (par exemple, la latéralité des joueurs ne change pas au cours du match). Exceptionnellement, certains faits de base peuvent subir une modification lorsqu'ils ont trait directement à l'adversaire. Par exemple, deux joueurs qui se sont déjà rencontrés possèdent quelques informations sur leurs compétences dans les différents compartiments du jeu. La notion de point faible, par exemple, fait partie de cette classe de faits. Il est fréquent qu'un joueur connaisse le point faible de son adversaire sur le service.

Toutefois, l'expert s'entoure de précaution, dans la mesure où cet handicap a pu être surmonté depuis le moment où le fait a été établi.

❑ **Des faits établis par prise d'information visuelle.** Ils ont la même structure que les faits de base mais ne sont pas invariants dans le temps. L'évaluation du type de lancer de balle au service (Lancer_balle) fait partie de cette classe. En outre, ces faits peuvent s'accompagner d'une probabilité de véracité, permettant de tenir compte du problème du décodage d'un comportement ou d'un geste par l'observateur.

❑ **Des faits déduits.** Ils sont établis par règles combinant les faits car ils sont dépendants de leur évolution. Ils tiennent une place très importante dans le système. Ce type de fait ne peut être déduit que par la base de règles.

Trois types de faits déduits cohabitent dans le système. Les **faits liés à l'expérience** (base des règles d'expérience) de celui qui prend une décision n'ont pas le même statut que ceux établis par **l'application des règles du jeu** (base des règles du jeu). Par exemple, la décision de jouer un coup sera fonction du côté de service et de la latéralité du relanceur. Par contre, l'analyse n'a aucun pouvoir sur le fait "côté du service" qui est directement déduit de la règle de changement de côté au moment du service.

De plus, nous distinguons également les **faits issus de l'analyse de matrices ou de listes**. Ils rendent compte de la nécessité

d'un ajustement du raisonnement à la lumière de faits antérieurs mémorisés dans une structure facilitant leur exploitation.

Un fait est stocké dans la base de faits. Il y est, soit implanté avant le début de l'analyse (cas des faits de base), soit ajouté pendant l'analyse (faits déduits et faits observés). Nous sommes là en présence de deux types de connaissances fondamentales :

- ☐ Celles sur lesquelles s'appuient les déductions (les faits);
- ☐ Celles permettant les inférences (les règles).

Signalons également que les faits de base ou les faits déduits peuvent se présenter sous la forme de **LISTES hiérarchisées**. Ces listes comportent des **modalités** qui sont accessibles par leur place dans la liste (indice).

V.5.2 - Une représentation à base de fonctions..

Un fait est "valué" sous la forme d'une assertion. Par exemple, pour caractériser le type de terrain, on notera :

Terrain = TARAFLEX.

Mais lorsque ce fait provient d'une déduction, nous traduirons sa dépendance vis à vis d'autres faits sous la forme d'une fonction. Par exemple, puisque l'estimation de la rapidité d'un cours de tennis (Surf_Ter) est liée au type de terrain (Terrain) on notera cette dépendance :

$$\text{Surf_Ter} = f(\text{Terrain}).$$

- ❑ *Surf_Ter* est donc considéré comme un fait déduit d'une **fonction F**.
- ❑ *Terrain* est considéré comme l'**argument** de la fonction.

Les arguments d'une telle fonction peuvent être également d'autres fonctions.

La base des règles d'expériences est donc formalisée sous la forme d'un ensemble de fonctions F. Déclencher une fonction revient donc à interroger la base des règles.

Une fonction F est donc le modèle type de représentation. Constituant principal de la base de règles (mémoire à long terme), elle est secondée par des fonctions dites R, fonctionnant suivant la même logique, mais représentatives de faits déduits directement à partir des règles officielles du jeu de tennis. Une **fonction R** n'est donc pas élaborée à partir d'une construction intelligente et personnelle du décideur. Elle exprime une forme de connaissance contrainte. On peut estimer que dans le cadre d'une évaluation du système, ces fonctions ne doivent pas être remises en cause. La base des règles du jeu est formalisée sous la forme d'un ensemble de fonctions R. Les arguments d'une fonction R ne peuvent, en aucun cas, comporter des faits issus des fonctions F.

L'interdépendance des faits et leur évolution dans le temps font l'objet d'une construction particulière. En effet, l'outil mathématique qui représente la structure mémorisant les données est une matrice à n dimensions. La représentation graphique sous forme d'arborescence qui sous-tend les fonctions F et R n'est guère adaptée au questionnement de

ces matrices. Un type spécifique de fonction a donc été utilisé pour formaliser les analyses portant sur les matrices. Nommée **fonction M**, ce type de fonction permet d'extraire des informations telles que le TOTAL des données d'une matrice, répondant à une ou plusieurs conditions, la REPARTITION des données dans les composantes de la matrice, etc.... Une fonction permet également de construire des listes à partir de la matrice pour rendre compte d'une hiérarchisation d'une des composantes. Des fonctions particulières permettent également d'interroger ces listes. Elles sont nommées **fonctions L**. Ces fonctions ont le même statut que les fonctions F.

Alors qu'il existe autant de fonctions F et R qu'il existe de combinaisons de faits construits par l'expert, le nombre de fonctions permettant l'analyse des matrices et des listes est quant à lui limité. En effet, chacune de ces fonctions particulières représente une **opération particulière** sur la matrice et non la construction d'un concept.

Une fonction correspond donc à la représentation des règles permettant l'analyse des conditions de la situation et l'élaboration d'une décision.

Quatre types de fonctions cohabitent donc dans le système:

- ❑ Les fonctions **F**, rendant compte de l'expérience de l'expert;
- ❑ les fonctions **R**, rendant compte de la logique des règles du jeu de tennis;
- ❑ les fonctions **M** et **L**, rendant compte de l'analyse des situations antérieures.

Un autre type de fonction n'est pas caractérisé ici, il s'agit des **fonctions O** (fonctions Outils). Comme les autres fonctions, elles seront décrites dans un chapitre suivant.

REMARQUE : Certaines fonctions utilisent la valeur établie du fait sur lequel elles agissent. Pour distinguer le fait portant la valeur établie de celui qui recevra la nouvelle valeur (alors qu'il s'agit du même objet) on le fera précéder du caractère @. Par exemple, @Cote_s correspond à la valeur tenue par Cote_s avant sa modification par la fonction portant le même nom.

V.5.3 - Des procédures complétant l'action des fonctions.

Le système ne serait pas complet s'il n'envisageait pas l'existence d'opérations de gestion indispensables au bon fonctionnement de l'ensemble, mais situées sur un autre plan que les règles de production. En effet, certains faits ne peuvent pas être déduits par le moteur gérant la base de connaissance, mais à partir d'une observation faite par l'utilisateur. Il faut donc envisager une **procédure** d'interrogation avec l'extérieur.

De même, si le système sait inférer sur les données, il est parfois nécessaire de mettre ces faits à jour d'une manière artificielle parce qu'ils échappent à la logique des règles de la base de connaissance. C'est notamment le cas de tous les compteurs des matrices et de toutes les variables gérant la périodicité des faits.

Deux procédures répondent à ces objectifs. Il s'agit de la procédure **DEMANDE** et de la procédure **MISE_A_JOUR**.

Une troisième procédure, nommée **CREATION**, rend compte de la nécessité informatique d'initialiser les variables avec lesquelles le système travaille.

Enfin, une quatrième procédure permet de communiquer les informations à l'utilisateur, lorsque le moteur a terminé son analyse. Il s'agit de la procédure **AFFICHE**.

Les procédures **CREATION** et **MISE_A_JOUR** sont-elles mêmes dotées de fonctions précisant l'opération qui est envisagée. Elles sont au nombre de trois : **AUGMENTE**, **DIMINUE** et **INITIALISE**. La procédure **DEMANDE** est également dotée d'une fonction nommée **CHOIX** qui permet à l'utilisateur de sélectionner une valeur dans une liste pré-construite.

Les fonctions secondant les procédures sont nommées **fonctions O**. Les règles des fonctions O sont stockées dans la base des règles-outils.

V.5.4 - La représentation de la gestion du temps.

V.5.5.1 - Le continuum de la rencontre.

L'unité de base est l'échange. La rencontre est donc considérée comme une répétition de n échanges. Chaque échange est situé à tout moment sur un continuum temporel permettant de traduire le facteur temps en termes de place dans un JEU, de place dans un SET, de la place dans la RENCONTRE. C'est généralement le score ou le nombre

de répétitions d'échanges qui va concrétiser la situation de l'échange dans le continuum.

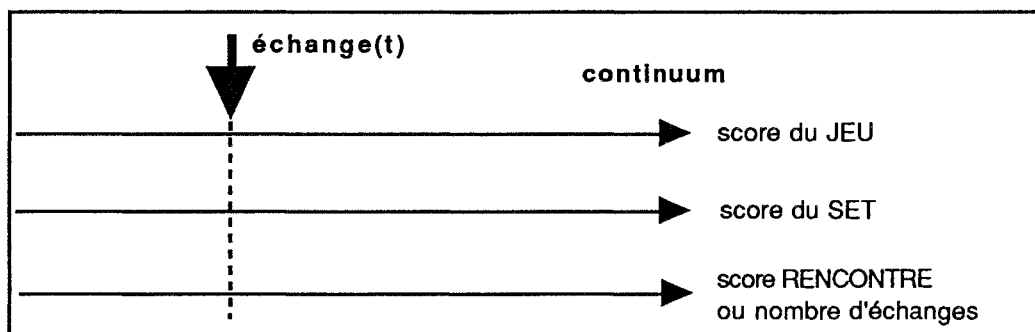


Figure 14 - situation de l'échange dans le continuum

Signalons également que l'échange est lui même subdivisé en deux phases pour rendre compte d'une règle essentielle du service : l'existence de deux balles de service possibles.

V.5.5.2 - La création et la suppression d'un fait.

Ces repères nous permettent de préciser la périodicité d'un fait. L'unité de base étant l'échange, il est logique de considérer qu'un fait est établi pour la durée d'un échange. On dit que la périodicité d'un fait correspond à la durée de l'échange. Il est donc éventuellement créé pendant l'analyse si son existence est requise, puis il est supprimé à la fin de l'échange. Pour des raisons pratiques liées au fait que la maquette d'évaluation du système est écrite dans un langage procédural imposant la déclaration préalable des variables, nous avons placé la suppression des faits en ... début d'échange. Informatiquement, il s'agit d'une initialisation des variables qui reçoivent une valeur indiquant qu'elles n'existent pas pour le système. La procédure qui représente cette opération est nommée **CREATION**.

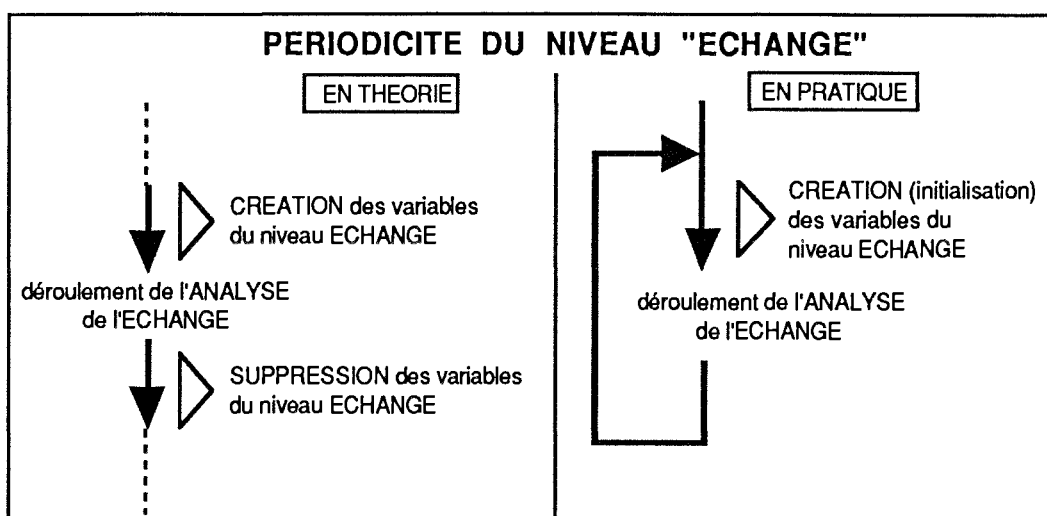


Figure 15 - représentation de la procédure "création"

Mais certains faits, une fois établis, ont une durée de vie supérieure à l'échange. Ils sont, par exemple, valables pour la durée d'un JEU ou la durée d'un SET ou pour la durée totale de la rencontre (ils sont alors réputés invariants). La périodicité du fait "Surf_Ter" (rapidité de la surface du terrain) correspond à la durée de la rencontre, celle du fait "SCORE_SET_PARTICULIER" (le score du SET correspond à un moment de pression pour le relanceur ou pour le serveur ?) correspond à la durée du SET, etc...

Chaque variable, chaque fait s'accompagnent donc d'un statut précisant sa périodicité (ECHANGE, JEU, SET, RENCONTRE). Précisons que la subdivision de l'échange en deux phases appelées première balle ou deuxième balle adopte la même périodicité que celle de l'échange. Si la deuxième balle doit être utilisée, la procédure CREATION des variables d'échange est activée, mais il y a conservation des faits établis par les fonctions R.

Précisons également que même les faits invariants ont un statut de périodicité pour faciliter leur gestion par la procédure de CREATION (et la procédure MISE_A_JOUR).

La périodicité d'un fait est donc à rechercher dans l'énumération suivante :

- ☐ Niveau de l'ECHANGE;
- ☐ niveau du JEU;
- ☐ niveau du SET;
- ☐ niveau de la RENCONTRE (les faits sont invariants);
- ☐ niveau de la BALLE (périodicité particulière de l'ECHANGE).

Gérer cette périodicité revient donc à affecter un statut particulier aux variables manipulées par le système. Les fonctions de CREATION, même s'il est possible de les repérer dans leur chronologie, agissent par rapport au statut de la variable et non par rapport au moment où elles sont activées.

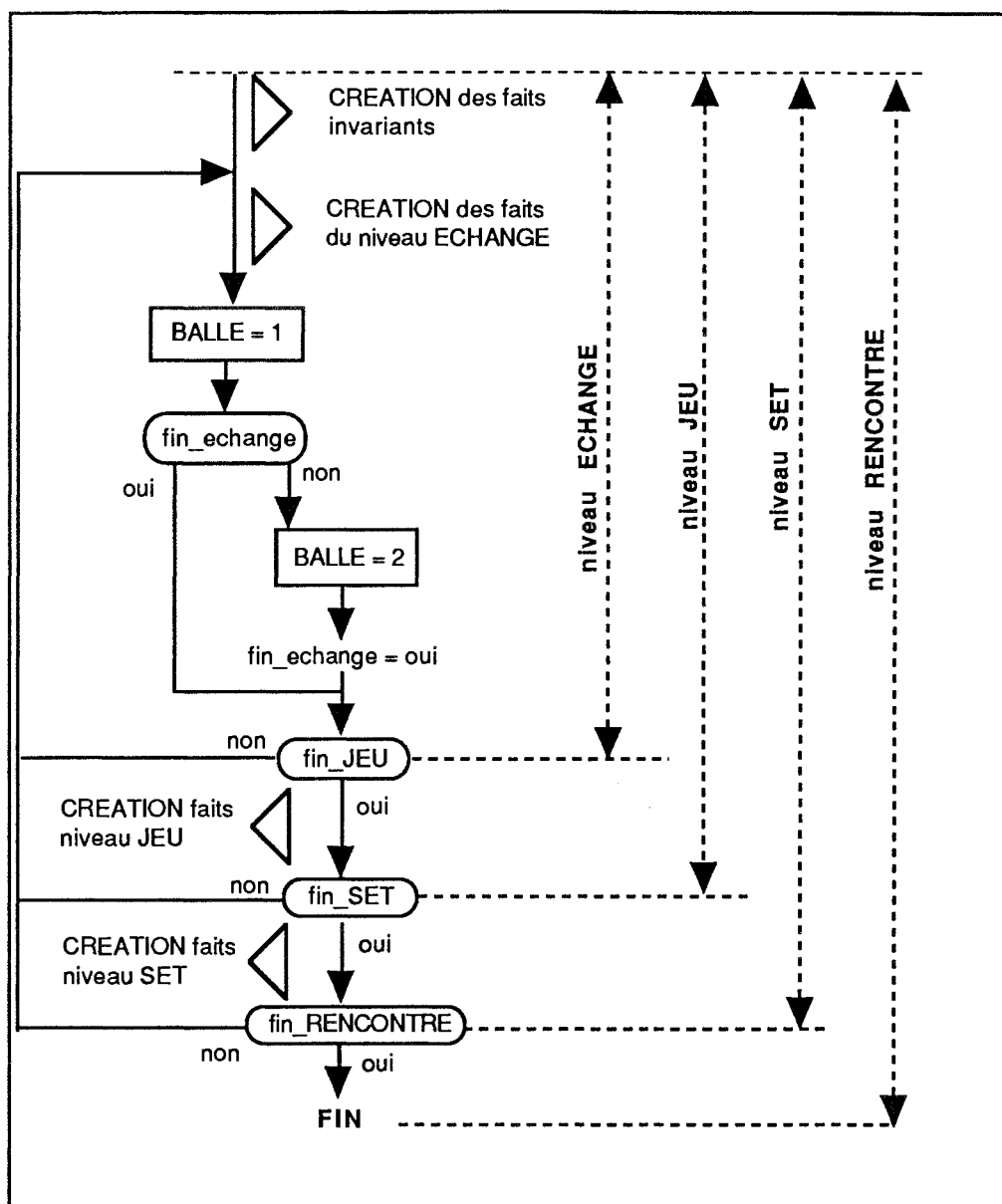


Figure 16 - périodicité des faits invariants.

La procédure **MISE_A_JOUR** utilise également ce repérage dans le temps.

En effet, le système manipule des faits qui évoluent régulièrement en fonction de leur périodicité. C'est le cas des différents scores (de JEU, de SET et de RENCONTRE), du compteur d'échanges, du compteur du nombre de jeux observés, de l'indice du côté du service et de

tous les compteurs des matrices. La procédure "mise_a_jour" applique donc, sur le fait, une opération prévue à l'avance, à un moment lié au statut de périodicité de ce fait. Cette opération est, généralement, purement arithmétique.

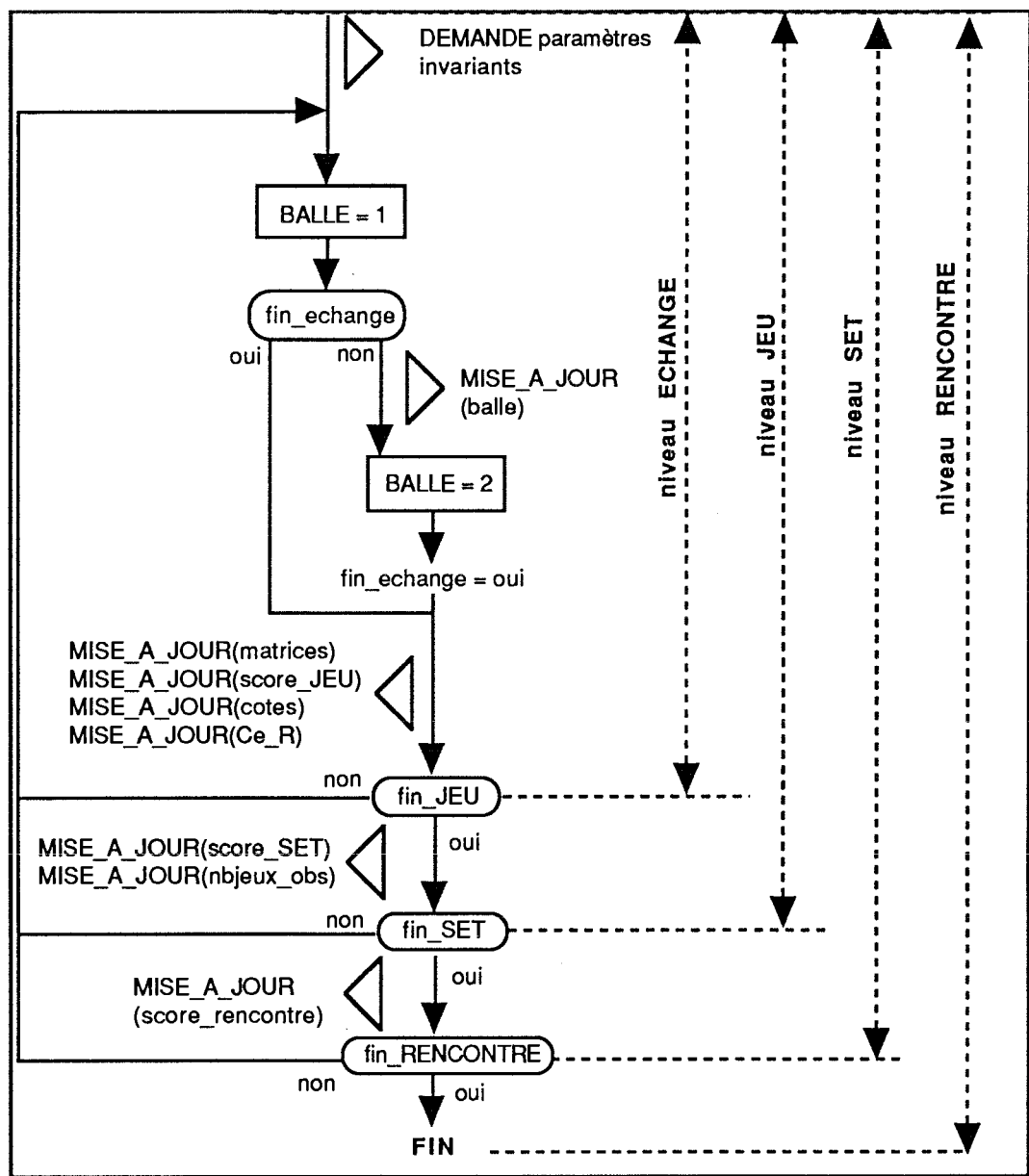


Figure 17 - procédure mise_a_jour des faits non stables.

Une rencontre étant comprise comme un ensemble de n échanges, le système conserve en mémoire les caractéristiques majeures de la déduction sur chaque échange (résultats). Ces faits résultants ont

donc deux représentations : par exemple, la variable contenant la stratégie réellement observée pourra s'exprimer sous la forme **Rstrategie** lorsqu'elle se situe dans l'échange, et **Rstrategie[t]** lorsque des conclusions antérieures sont testées. L'indice **t** est indexé au compteur d'échanges.

Cette gestion de la périodicité des faits impose une autre idée de l'écoulement du temps. Si, dans l'absolu, nous pouvons nous accorder avec l'image d'un continuum temporel linéaire, cette image ne rend pas compte de l'aspect cyclique de la périodicité des faits.

Nous sommes, en effet, dans un système à trois dimensions, dans lequel les **n services** sont caractérisés par une triple appartenance, celle de l'**échange** (première ou deuxième balle), celle du **jeu**, et celle du **set**. Ces éléments possèdent les caractéristiques suivantes:

- ☐ Ils sont imbriqués les uns dans les autres. Un ECHANGE donné est situé dans un JEU, lui-même situé dans un SET;
- ☐ ils sont pratiquement limités dans le temps. Les règles des scores empêchent un déroulement infini de l'échange proprement dit et donc du jeu, et le "jeu décisif" limite le nombre de répétitions de ces jeux;
- ☐ ils se répètent dans le temps, en suivant la même logique.

Ces caractéristiques montrent que le continuum de la rencontre n'est pas le seul élément temporel de référence. Parfaitement

efficace lorsqu'il s'agit de reproduire l'historique des phénomènes (et notamment à servir d'indice de base pour les matrices), il est inapte à décrire la position d'un échange dans l'espace-temps.

L'analyse d'un fait ne sera pertinente que sous l'éclairage :

- ☐ De sa position dans le continuum général, car le système "apprend" au fil de la rencontre, et tient compte de son histoire;
- ☐ de sa position dans le système ECHANGE/JEU/SET.

V.5.5.3 - La gestion particulière des matrices.

a) Rôles des matrices.

Rendre les faits variants dans le temps ne suffit pas à modéliser l'impact de ce facteur sur le système. En effet, le raisonnement doit tenir compte des événements antérieurs pour ajuster son modèle de base. L'expert définit donc les situations typiques qu'il souhaite voir mémoriser et la manière d'interroger cette mémoire. Par exemple, à chaque fois que le serveur utilise une stratégie de type "service gagnant", une structure conserve en mémoire, la zone qui a été visée et le côté du service. La structure est une matrice à n dimensions qui rend compte de la situation précisée par l'expert par l'intermédiaire des dimensions qui la composent. L'interprétation des valeurs de la matrice permettra de comprendre le comportement d'un ou des deux joueurs à travers les habitudes développées par ces derniers.

Paradoxalement, la matrice cherchant à rendre compte de l'évolution ou de la stabilité des comportements dans le temps, n'est fiable

que lorsque le match est bien avancé. Cet aspect, outre qu'il simule parfaitement les conditions réelles du jeu, renvoie à la notion d'apprentissage. Nous exploiterons cette notion dans un prochain chapitre.

b) Les matrices du système LIFT.

Une matrice est repérée par son nom suivi de la dénomination des dimensions qui la composent. Certaines dimensions ont une de leurs modalités pointée définitivement, au moment de l'interrogation. Par exemple, la plupart des matrices utilisent la dimension "côté du service". Pourtant, pendant l'analyse d'un échange, seules les valeurs associées au côté du service correspondant à celui de l'échange seront manipulées. Les dimensions fixes sont représentées par une lettre minuscule (**x,y,z**). Les autres dimensions qui verront toutes leurs modalités testées sont symbolisées par des lettres majuscules (**X,Y,Z**).

□ *matrice des points faibles* : **MAT_PTFA[x,X,Y]**

pour x = côté de service;

X = liste des points faibles possibles (revers, coup_droit, joueur);

Y = résultats du point (position favorable du relanceur, position défavorable, position neutre);

Cette matrice a pour but de repérer le point faible du relanceur, et de tester la stabilité de ce point faible.

□ *matrice des lancers sur stratégie de type "service gagnant"* :

MAT_LANCER_STRAT[x,X,Y]

pour x = côté de service;

X = liste des types de lancer de balle (devant, haut, excentré, arrière,);

Y = type de stratégie utilisée (service gagnant, toute stratégie);

Cette matrice a pour but de repérer la permanence du lancer de balle sur des stratégies de type service gagnant.

□ *matrice des zones sur stratégie de type "service gagnant" :*

MAT_ZONE_SG[x,X]

pour x = côté de service;

X = liste des "zone_cible" (centre, croisée, joueur,);

Cette matrice a pour but de repérer la permanence de la zone visée sur des stratégies de type service gagnant.

□ *matrice des caractéristiques du service sur stratégie de type point faible :*

MAT_CARACT_SERVICE[x,y,X,Y,Z]

pour x = balle (première ou deuxième);

y = côté du service;

X = liste des "zone_cible" (centre, croisée, joueur,);

Y = liste des types de lancer de balle (devant, haut, excentré, arrière,);

Z = liste des types de balle (slice, lift, plat);

Cette matrice a pour but de repérer les caractéristiques du service (zone_cible et type de balle) pour un lancer de balle probable.

V.5.6 - Description des fonctions et des procédures de LIFT.

V.5.6.1 - Les fonctions F et R.

Ces fonctions renvoient aux règles de production créées par l'expert. Il n'existe donc pas de fonction type.

Leur représentation est de la forme :

fait =f(argument)

V.5.6.2 - Les fonctions permettant l'analyse des matrices (fonctions M)

Avec la définition même de la structure de la matrice, l'expert livre son mode d'emploi. Le questionnement de ces matrices reste constant quel que soit le nombre de dimensions et quel que soit le type des dimensions qui les composent. Pour cette raison, six fonctions ont été développées pour formaliser les opérations d'analyse qui ont lieu sur les matrices. Une fonction d'analyse des matrices (fonction M) est repérée par son nom suivi des arguments de la fonction et éventuellement de conditions limitant sa portée dans la matrice. Pour spécifier les modalités des dimensions qui sont testées, une dimension est écrite de la manière suivante:

[ind_cotes] lorsque la modalité est pointée sur un indice précis;

[X[1-3]] lorsque les trois modalités de la dimension notée X sont testées.

Leur représentation est la suivante :

fait = NOM_DE_LA_FONCTION(arguments)

❑ fonction **REPARTITION**(Matrice[dim1[indice], dim2[indice],])

Cette fonction rend la valeur

0 si la matrice ne comporte aucune donnée;

1 si une seule valeur se dégage de la matrice;

n si plusieurs valeurs fortes sont égales ou avec un écart insuffisamment grand (précisé par l'expert).

❑ fonction **TOTAL**(Matrice[dim1[indice], dim2[indice],])

pour <condition(s) éventuelle(s)>

Cette fonction rend la somme des valeurs pour les cellules spécifiées par des indices des dimensions et éventuellement dans les limites des conditions fixées.

❑ fonction **MAX**(Matrice[dim1[indice], dim2[indice],], clef)

pour <condition(s) éventuelle(s)>

Cette fonction rend <clef> correspondant à la modalité de la dimension ayant la plus grande valeur dans les limites spécifiées par les indices des dimensions et les éventuelles conditions fixées.

❑ fonction **MIN**(Matrice[dim1[indice], dim2[indice],], clef)

pour <condition(s) éventuelle(s)>

Fonction identique à la fonction précédente mais pour la valeur la plus faible.

❑ fonction **NB_MAT**(Matrice[dim1[indice], dim2[indice],])

pour <condition(s) éventuelle(s)>

Cette fonction rend le nombre de cellules non nulles de la matrice.

Les cellules sont spécifiées par les indices des dimensions.

Enfin une fonction permet d'extraire des informations d'une matrice et de les regrouper sous la forme d'une liste hiérarchisée. Il s'agit de la fonction **CONSTRUIT_LISTE** :

❑ **CONSTRUIT_LISTE**(Matrice[dim1[indice], dim2[indice],],clef);

Cette fonction permet d'élaborer une liste de n éléments de type <clef> répondant aux éventuelles conditions fixées, pour les cellules de la matrice spécifiées par les indices des dimensions.

V.5.6.3 - Les fonctions d'interrogation des listes (fonctions L).

Les listes construites à partir des matrices ou existant dans la base de faits sont également testées par des fonctions spécifiques.

❑ fonction **NB_LISTE**(liste);

Cette fonction rend le nombre d'éléments, soit non nul, soit non vide de <liste>.

❑ fonction **INDICE**(liste,dim[indice]);

Cette fonction rend la position occupée par dim[indice] dans <liste>.

❑ fonction **TABLEAU**(liste,indice);

Cette fonction rend la valeur de la liste correspondant à l'indice précisé.

❑ fonction **APPARTIENT**(liste,valeur) ;

Cette fonction de type logique (booléenne) rend <vrai> ou <oui> lorsque l'élément précisé est compris dans <liste>. Dans le cas inverse, elle rend <faux> ou <non>.

❑ fonction **ENLEVE**(liste,valeur) ;

Cette fonction retire l'élément repéré <valeur> de la liste précisée. La liste est alors reconstruite pour combler ce vide.

V.5.6.4 - Les procédures et les fonctions outils.

❑ procédure **CREATION**(variable, ou liste ou matrice).

Cette procédure permet d'initialiser une variable, une liste ou une matrice d'une valeur conforme au statut de la donnée. Elle utilise donc la fonction INITIALISE en cherchant la valeur d'initialisation dans le type de la donnée (numérique ou chaîne de caractères) et en gérant son statut de périodicité.

REMARQUE : la valeur 0 est généralement la valeur d'initialisation des matrices. Un fait qui reçoit la valeur '**IND**' est considéré comme non établi dans la base de faits.

❑ procédure **MISE_A_JOUR**(variable, ou liste ou matrice).

Cette procédure permet de mettre à jour des variables ou des matrices dont l'évolution suit une logique soit liée au temps (incrémentation des compteurs d'échanges par exemple), soit liée à la mémorisation des situations (incrémentation des compteurs des matrices par exemple), soit liée aux scores.

❑ procédure **DEMANDE(variable, ou ensemble cohérent de variables)**

Cette procédure permet d'assurer la liaison avec l'utilisateur du système.

A chaque fois qu'un fait doit être déduit d'une observation du joueur, il fait l'objet d'une procédure de type DEMANDE. Pour simplifier la représentation générale, une même procédure peut assurer plusieurs demandes pour des faits faisant l'objet d'un regroupement. C'est notamment le cas pour les faits de base.

❑ procédure **AFFICHE(variable, ou ensemble cohérent de variables)**

Cette procédure permet au système de communiquer les informations stockées dans la base de faits. A tout moment, ces données doivent pouvoir être transmises à l'utilisateur sur son ordre. La procédure AFFICHE est automatiquement activée lorsque la fin d'un échange est détectée.

❑ Procédure **ANALYSE(variable, ou ensemble cohérent de variables)**

Cette procédure permet de tirer des conclusions à partir de faits déduits.

Elle est notamment utilisée pour établir des informations qui activeront ou non la phase de sur-analyse.

❑ Procédure **MEMORISE(variables, ou ensemble cohérent de variables)**

Cette fonction permet de conserver des faits déduits dans leur chronologie dans la rencontre. La variable balle, ainsi que l'ensemble des variables caractérisant le résultat sont ainsi mémorisées dans une structure qui permet de retrouver les valeurs qu'elles ont reçues pour chaque échange.

Des fonctions spéciales (fonctions O) permettent de représenter l'opération qui sera effectuée par les procédures CREATION, MISE_A_JOUR et DEMANDE.

❑ fonction **INITIALISE(variable ou liste ou matrice,valeur d'initialisation).**

Cette fonction affecte à la variable ou à une liste ou aux cellules d'une matrice, la valeur d'initialisation précisée. Dans le cas d'une liste ou d'une matrice, cette affectation est limitée aux cellules précisées.

❑ fonction **AUGMENTE(variable numérique ou matrice, valeur d'incrémentatation).**

Cette fonction incrémente d'une valeur spécifiée, soit la valeur existante d'une variable, soit les cellules spécifiées d'une matrice.

❑ fonction **DIMINUE(variable numérique ou matrice, valeur de décrémentation).**

Cette fonction agit de la même manière que la précédente mais en décrémentant.

❑ fonction **VALUER(variable ou matrice)**.

Cette fonction force le moteur à activer une fonction même si le fait qui en résulte est déjà dans la base de fait.

❑ fonction **CHOIX(liste)**

Cette fonction rend la valeur sélectionnée dans <liste> par l'utilisateur.

V.6 - CONSIDERATION SUR L'APPRENTISSAGE

Nous pouvons considérer que le système apprend les traits caractéristiques du comportement du serveur et des réponses apportées par le relanceur pour fonder une partie de son analyse.

En effet, le système réagit avec un modèle immuable, défini théoriquement par l'expert en considérant le comportement moyen des joueurs de tennis de classe nationale, tant que le nombre d'échanges significatifs est faible. Cette phase est repérée par la variable Phase_attente. Dès que des conditions quantitatives (portant sur le nombre d'échanges réussis par rapport aux côtés du service) sont réunies, le système passe d'un raisonnement fondé sur ce modèle théorique à celui d'une analyse des situations antérieures mémorisées dans des structures permettant de retrouver les caractéristiques essentielles du jeu.

Nous avons vu que ce rôle est dévolu à un ensemble de fonctions interrogeant des matrices.

Le système utilisé n'est donc pas entièrement déterministe. Toutefois, ses capacités à s'adapter à une situation en interrogeant une base de données (autre représentation des matrices) se construisant dans le temps, ne dépassent pas la rencontre elle-même, c'est à dire la périodicité la plus élevée.

Cette limite paraît insoutenable eu égard aux possibilités des systèmes informatiques. C'est pourquoi, dans un premier temps, un ensemble de procédures de mémorisations de toutes les "transactions"

menées par le système et d'analyse globale du comportement du système par rapport au modèle établi, ont été incorporées au programme informatique. Le but essentiel de ces procédures était de repérer les faiblesses d'un joueur afin d'alimenter une base de connaissances spécifiques.

La création d'un corps de méta-règles régies par cette base de connaissance s'est, toutefois, révélée une chimère. C'était, en effet oublier que le joueur prend conscience de ses défauts, et y remédie lors des entraînements, ou du moins peut-il le faire s'il le souhaite.

V.7 - LA CONSTRUCTION DU SYSTEME.

Virtuellement, et physiquement (mais cette construction informatique ne fera l'objet que d'une description sommaire), le système LIFT se compose de quatre ensembles distincts :

- ❑ La base de faits stockant les faits de base, les faits observés et les faits déduits;
- ❑ la base de connaissances stockant les règles émanant des fonctions;
- ❑ le moteur gérant les informations à court terme et à long terme dans le seul but de déduire les caractéristiques du service (la stratégie, la zone visée et le type de balle utilisé) conformément au modèle établi;
- ❑ le programme chronologique comportant un ensemble de procédures agissant dans un ordre déterminé qui assure deux fonctions :
 - gérer la périodicité du système et les contraintes liées à cette périodicité;
 - rendre compte du fonctionnement du système, y compris dans sa phase de déduction finale.

Dans le modèle, ce programme est repéré sous la forme d'un organigramme nommé "dynamique du système".

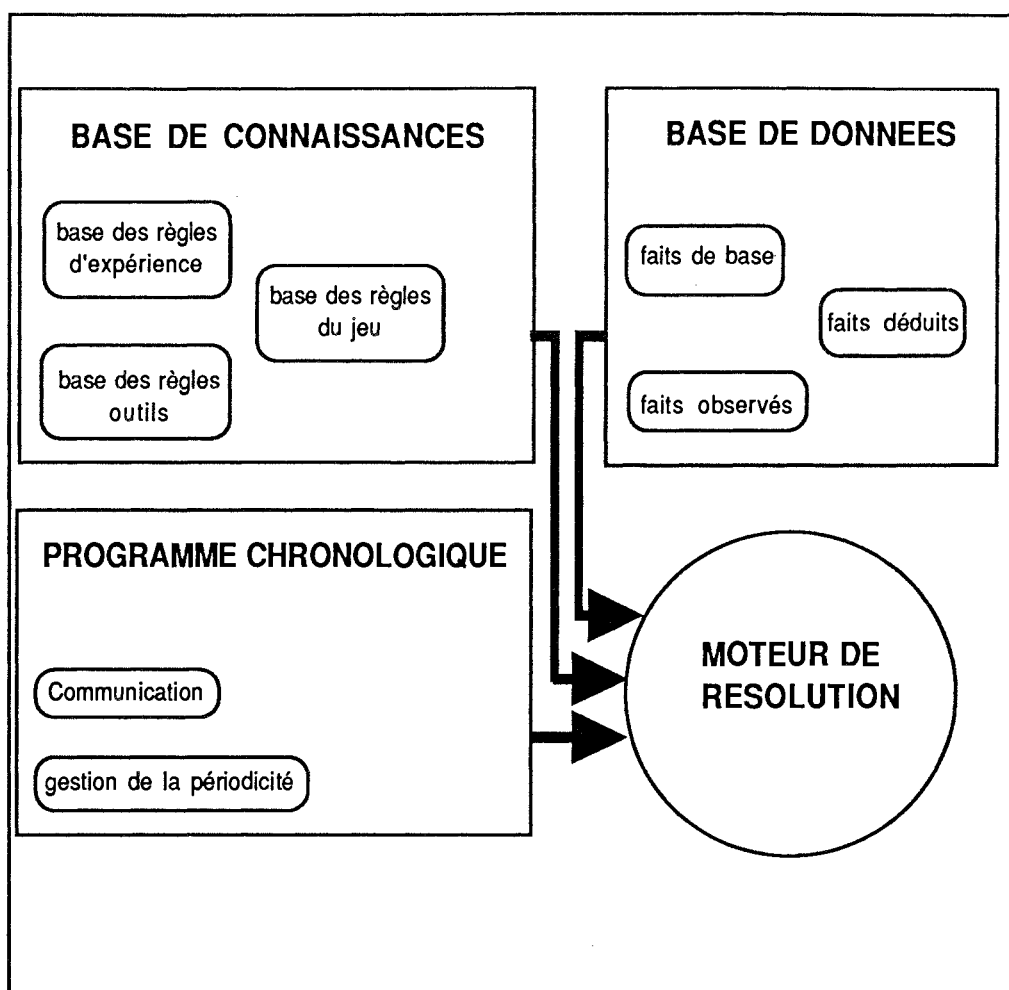


Figure 18 - dynamique du système

L'ensemble est donc construit de manière à "valuer" **n caractéristiques** de la prise de décision (dans leur ordre d'importance) correspondant aux **n répétitions** des échanges d'une rencontre.

Une fonction n'est donc activée que lorsque le fait qu'elle déduit participe directement à cette opération, et qu'il n'a pas été préalablement déduit. Il s'agit donc fondamentalement d'un fonctionnement en **chaînage avant**, cherchant à "valuer" le plus de faits possibles. Toutefois, le fonctionnement interne des fonctions correspond à la logique de type algorithmique partant de la condition la plus haute dans

l'arborescence pour descendre au niveau du fait et lui affecter une valeur. Une fonction ne conclut pas toujours sur le fait qu'elle traite et peut rendre une valeur dite "indéterminée". La force d'un tel système repose justement sur un constat pouvant prendre en compte des informations partielles.

L'analyse décisionnelle est donc fondamentalement l'activation d'une fonction (Conclusion_Analyse) concluant sur les caractéristiques du service dans leur ordre d'importance :

- ☐ la recherche de la stratégie d'abord;
- ☐ la recherche de la zone visée ensuite;
- ☐ la recherche du type de balle utilisé enfin.

Toutefois, cette fonction majeure n'est pas systématiquement activée. Le système envisage, au préalable l'existence de conditions de sur-analyse. La fonction **conclusion_sur_analyse** sera exploitée en lieu et place de la fonction **conclusion_analyse** lorsque la permanence du comportement du serveur permet d'envisager une solution directe sans passer par l'ensemble des règles de déduction.

La hiérarchisation de ses deux fonctions principales s'explique par le fait que la chronologie de déclenchement de l'une et de l'autre est liée à une périodicité particulière. Mais, le statut de sur_règle de la fonction concluant sur un principe de sur-analyse n'est pas la seule caractéristique de cette fonction. Elle échappe effectivement à la logique développée dans le modèle d'analyse. En effet, l'analyse à partir des faits antérieurs mémorisés dans les matrices est sujette à la loi des nombres. Lorsque les données d'une matrice se focalisent sur un comportement donné, l'introduction d'un changement de comportement aboutissant à un

résultat positif ne sera pas immédiatement suivi d'effet. Même si le service est gagnant, le système va proposer des caractéristiques différentes car conformes aux données de ses matrices. La sur-analyse prend alors le relais pour laisser aux matrices, le temps de s'adapter à ces nouvelles conditions, ou plutôt d'en analyser les conséquences à plus long terme. En attendant, les conclusions seront proposées par cette structure analysant la continuité des comportements à court terme.

V.8 - LA DESCRIPTION DU MODELE LIFT.

Le modèle répertorie :

- ☐ L'ensemble des variables générant des faits repérés dans leur statut de périodicité (base de faits);
- ☐ l'ensemble des listes pré-construites (base de faits);
- ☐ l'ensemble des structures de type matrice ainsi que leurs conditions de création (initialisation) et de mise à jour;
- ☐ l'ensemble des fonctions manipulées par le moteur. Ces fonctions sont regroupées dans les phases majeures du système de déduction. Ce regroupement ne marque pas leur dépendance vis-à-vis de ces phases, mais seulement leur moment d'apparition dans le modèle;
- ☐ le mode de fonctionnement des procédures DEMANDE et MISE_A_JOUR.

Pour des raisons pratiques, la description du modèle est dissociée de ce texte.

L'ensemble de la représentation graphique se trouve dans le TOME II.

V.9 - LES MESURES DE COHERENCE.

V.9.1 - Le système logique.

Ce n'est pas par hasard si la description sommaire du système informatique se trouve dans le chapitre concernant les mesures de cohérence. Ce dernier n'existe, en effet, que pour faciliter le contrôle de la pertinence du modèle par rapport au fonctionnement de l'expert, c'est à favoriser l'évaluation de la qualité de la modélisation.

Notre but n'est donc pas de produire un système expert. Il est en effet trop tôt pour envisager cette phase. Le système LIFT ne permet de mesurer la faisabilité du système que sur une phase trop limitée ne présentant pas toutes les caractéristiques des phases suivantes. Tout indique, en effet, que sans remettre en question l'approche utilisée, il sera certainement utile d'étudier d'autres méthodologies, d'autres protocoles pour traiter les processus de prise de décision lorsqu'ils se situent en pression temporelle.

Le système informatique reproduit les conditions de fonctionnement exigées par le modèle mais n'a pas fait l'objet d'un investissement particulier. Ecrit en langage procédural (Pascal standard), il simule un moteur fonctionnant majoritairement en chaînage avant en inférant sur des fonctions dont les prémisses peuvent également être des fonctions déclenchées en chaînage avant. Une fonction n'est activée que lorsque le fait sur lequel elle travaille est réputé "indéterminé" (valeur = IND). Une fois activée, la fonction value le fait ou rend une valeur IND. Lorsqu'une fonction comporte plusieurs prémisses, elles sont

systématiquement testées, même si l'une d'entre elles renvoie à une impossibilité.

V.9.2 - La cohérence du modèle.

Les mesures de cohérence visent donc à contrôler la validité d'une formalisation aboutissant à la construction d'un modèle, puis à sa transcription informatique.

V.9.2.1 - Tester le programme logique.

Le modèle complet est pratiquement inexploitable en pratique. C'est donc le programme logique, expression informatique du modèle, qui va le remplacer.

Dans un premier temps, nous devons donc tester la cohérence des instructions composant ce programme, ainsi que les différentes bases de règles.

Ce travail a été réalisé à partir du protocole suivant:

- ❑ Deux rencontres ont été testées (soit environ 200 échanges pour quatre joueurs différents).
- ❑ Chaque échange a fait l'objet d'un contrôle manuel à partir du modèle. Les déductions du programme ont donc été comparées manuellement à celles du modèle. L'évaluation de cette phase a été facilitée par la possibilité d'imprimer le contenu de la base de faits à la fin de chaque échange (l'évolution de la base de faits est décrite dans le chapitre suivant). De plus, en utilisant le mode

"trace" du débogueur, le système de résolution a pu être "espionné" lors de ses manipulations des différentes bases de règles.

Notons que cette phase a permis à l'expert de réajuster certaines règles de fonctionnement.

En définitive, après quelques déboires dus à des disfonctionnements des instructions, nous avons pu constater que le programme informatique était fidèle au modèle. Il va donc servir de référence dans nos prochaines mesures de cohérence.

V.9.2.2 - Contrôler oui, mais quoi ?

Paradoxalement il n'est pas aisé de répondre à la question "qui ou quoi doit être testé ?".

En effet, nous sommes en présence de trois pôles:

- ☐ l'expert (ou les experts);
- ☐ le modèle;
- ☐ la réalité;

Intuitivement il nous vient à l'esprit de comparer le comportement du modèle par rapport à la réalité. Mais en cas de désaccord, rien ne nous permet de discerner qui des deux pôles a raison. Nous avons donc besoin d'un référent. Par définition, seul l'expert peut assumer ce rôle. Il faut donc passer d'une mesure de cohérence modèle/réalité à une mesure expert/modèle, en considérant que l'expert a été choisi pour sa compétence reconnue.

Le protocole de cette mesure est le suivant:

- ❑ Deux rencontres ont été filmées (voir figure 19) ;
- ❑ Pour chaque rencontre, deux bandes vidéos ont été réalisées, compilant chronologiquement les jeux des joueurs au service pris séparément;
- ❑ dans un deuxième temps, l'expert-enseignant visualise chaque bande vidéo dans des conditions précises:
 - ☛ un opérateur arrête l'image à la fin du lancer de balle de chaque échange;
 - ☛ l'expert donne alors la stratégie, la zone cible et le type de balle;
 - ☛ l'opérateur laisse dérouler la bande pour relever les caractéristiques réelles de l'échange, aussi bien par l'expert que par l'opérateur;
 - ☛ ces caractéristiques sont saisies dans le programme informatique par l'opérateur;
 - ☛ ce dernier remplit également une fiche comparant la prédiction du système avec la proposition de l'expert.

REMARQUE: nous considérons les propositions de l'expert par rapport à celles du système comme:

- ❑ équivalentes, lorsque la stratégie et la zone sont identiques. Lorsque la stratégie correspond à l'effet de surprise, seule la caractéristique "zone" est testée;

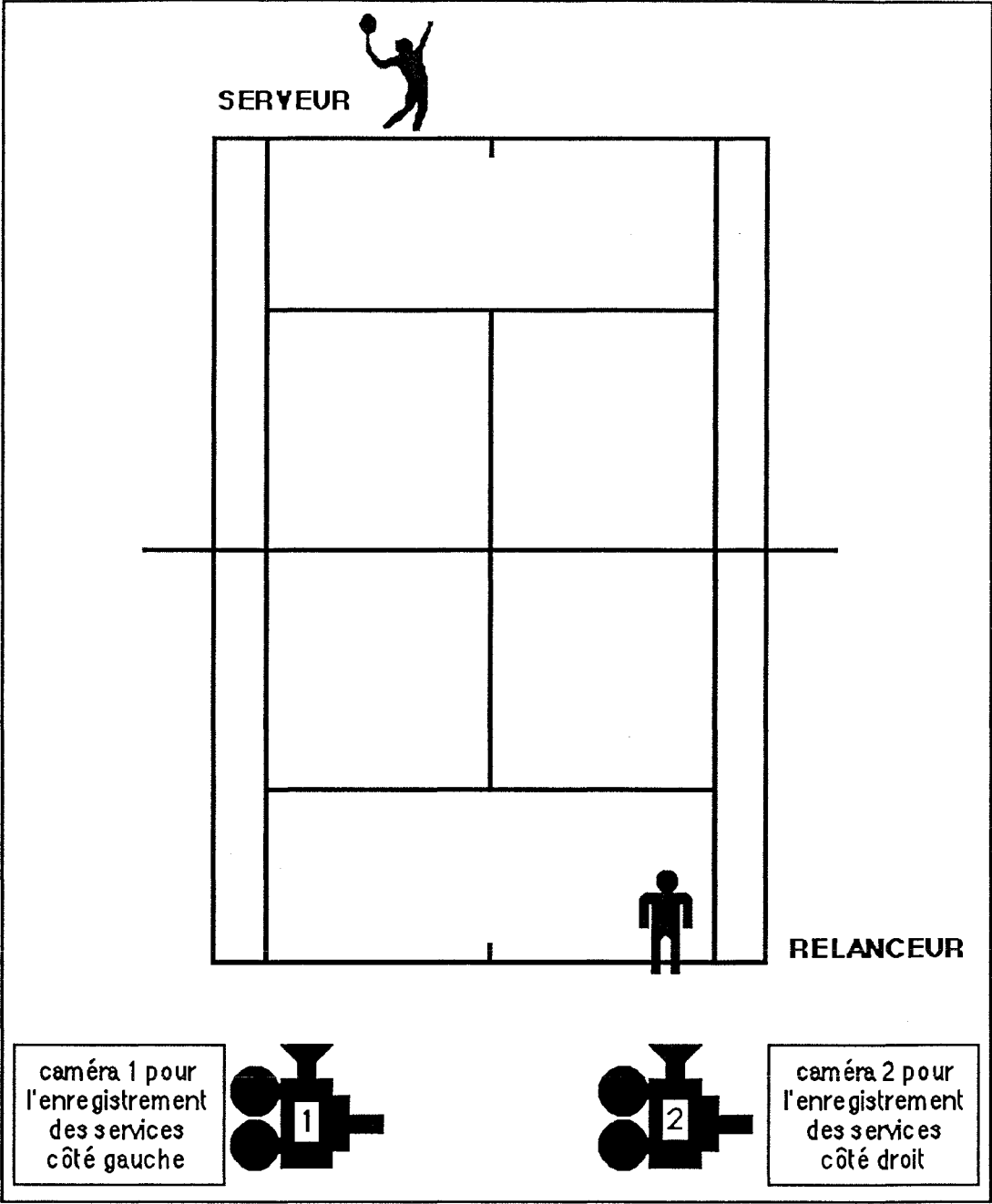


Figure 19 - protocole d'enregistrement des phases service - retour de service.

❑ non équivalentes, lorsque la stratégie et la zone sont différentes. Dans ce cas, nous distinguons deux options:

- ☛ Lorsque l'expert considère que le système a pris une décision meilleure que la sienne;
- ☛ lorsque l'expert considère que la décision du système est douteuse.

Ces deux dernières interprétations ne sont données par l'expert qu'à la fin d'une rencontre, aux vues des enregistrements effectués. Ce procédé permet de ne pas influencer le jugement de l'expert.

Ce type de mesure nous permet de mettre en évidence le fonctionnement relativement fidèle du modèle par l'intermédiaire du système informatique. En effet, nous avons pu noter :

- ❑ 77% de réponses équivalentes.
- ❑ 23% de réponses non équivalentes pour lesquelles 80% sont considérées par l'expert comme des réponses plus pertinentes.

Les réponses non équivalentes ont fait l'objet d'une analyse. Pour la plupart, elles proviennent de déductions très fines effectuées par le système à partir de ses matrices. C'est ainsi que la notion de point faible est modifiée par le système bien avant que le joueur, ou l'expert en ait pris conscience. Les capacités de mémorisation et de traitement de ces données par l'ordinateur dépassent très nettement les aptitudes humaines et expliquent les différences d'analyse. En règle générale, nous pouvons estimer que l'expert humain, comme le joueur, reste relativement figé sur des impressions de départ, alors que le système

informatique est capable de détecter des modifications de comportements même passagers, mais suffisamment constants.

Une contre expertise a été réalisée pour confirmer ces résultats. Elle n'a pas fait l'objet d'un protocole spécial dans la mesure où les risques d'une "querelle d'experts" étaient grands. Aucune remise en question des principes fondamentaux du modèles n'a eu lieu par le deuxième expert.

V.9.2.3 - La connaissance en situation.

Ces mesures de cohérence reposent toutes sur les mêmes postulats: la prédiction des caractéristiques de l'échange et l'évaluation des prédictions sont faites par une personne qui se situe en dehors de l'action motrice proprement dite.

Cette réflexion nous a amenée à considérer la différence de manipulation des connaissances par le joueur "en situation" et par un expert "neutre".

Les travaux de BOUET (1982) nous ont fait abandonner l'idée d'une évaluation en temps réel par l'intermédiaire d'un enregistrement audio du fonctionnement décisionnel du joueur engagé dans un match. En effet, au cours d'une expérimentation ayant pour cadre l'étude des stratégies décisionnelles utilisées par des pilotes experts en vol à voile à partir du support de leurs verbalisations des actions au moment où ils les réalisaient, l'auteur constate que, dans des situations d'urgence, les pilotes ne produisent plus de discours explicatif des prises de décision effectuées.

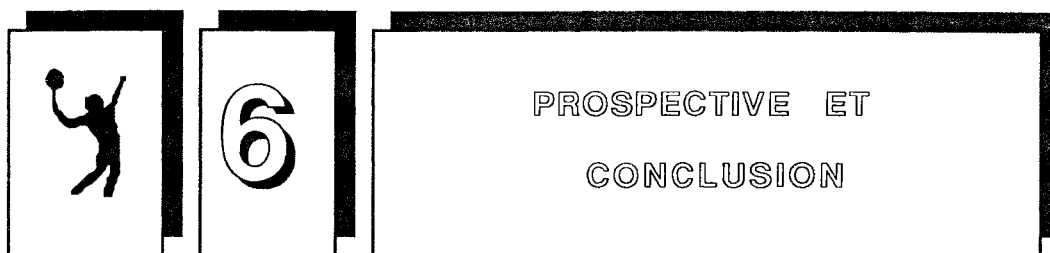
Nous avons toutefois procédé à une comparaison des prédictions données par notre expert par rapport à celle d'un des joueurs des rencontres observées.

Notre conclusion est qu'il n'y a aucune différence qualitative entre la connaissance manipulée par l'expert et par le joueur lorsque celle-ci est évaluée dans les conditions que nous avons décrites auparavant.

Dans le chapitre consacré à l'aspect prospective et conclusion (chapitre VI), nous envisagerons la possibilité d'une recherche portant sur les différences de représentation des connaissances, notamment celles liées à l'espace, lorsqu'elles se construisent en présence ou en absence de pression temporelle.

PARTIE 6

**PROSPECTIVE
ET
CONCLUSION**



VI.1 - BILAN PAR RAPPORT A L'APPROCHE

Cruel dilemme que celui du bilan ! A l'heure où se font les comptes, se défont les "amitiés", pourrions-nous dire, regarder la prise de décision au travers du filtre de l'intelligence artificielle n'est-ce pas prendre à un moment, le parti de la recherche de "l'inconscient" du comportement du joueur ? Le risque est cependant bien là. D'aucuns pourront évoquer un travail qui, sous le couvert d'un phénomène qui associe originalité et nouveauté, n'en conduit pas moins à l'émergence d'évidences connues de tous ... ou presque. Et que dire enfin de l'idée "meurtrière" s'il en est, de l'incongruité d'une relation entre performance motrice et stratégie cognitive qui pourrait résulter de la lecture de ce bilan.

Quoi qu'il en soit, l'étape est trop importante pour que nous la laissions de côté au profit d'un type particulier d'argumentation conduisant à penser que l'évaluation serait du ressort de la pratique, et non celui de la conception.

Face à ce souci, deux cadres se dégagent. D'une part, nous tenterons d'évoquer ce bilan en termes de constat de l'écart entre les objectifs de départ et les résultats provisoires obtenus. D'autre part, nous

nous attacherons également à apprécier les effets continus que cette démarche a produit, tout au long de ce travail, sur l'acquisition et la mise en jeu de nos connaissances dans le domaine considéré.

VI.1.1 - Constat objectifs/résultats.

La conception que nous formulions au début de ce travail était que la prise de décision du relanceur pouvait provenir d'une analyse d'informations de natures différentes. Le principe qui a guidé notre action concernait le fait que ces informations se combinaient et que ces combinaisons pouvaient se représenter sous une formalisation particulière, montrant ainsi que les éléments décrits participaient à des degrés différents, dans le processus décisionnel.

Le fonctionnement du système L.I.F.T nous confirme bien effectivement que le modèle décisionnel réalisé est en mesure de donner le comportement stratégique du serveur (stratégie, zone atteinte et type de balle délivrée) à partir de fonctions ayant comme point de départ des faits liés à la structure du jeu (nature du terrain, état du score, côté de service, indice de la balle). Ceci peut se rencontrer au cours de la phase d'attente, soit en début de match ("phase_attente = oui"). D'autre part, le système nous montre également qu'il exécute des fonctions prenant en compte deux informations visuelles que sont le placement du serveur et le type de lancer de balle. Cependant, et c'est bien cela que nous souhaitions faire observer, L.I.F.T souligne bien que ce type d'informations va s'associer avec des connaissances sur les latéralités des joueurs, sur le côté de service, sur la zone du point faible donné et sur la liaison théorique effet - lancer de balle, pour dégager les composantes estimées du service adverse.

Parler de bilan, c'est aussi évoquer les limites de l'approche utilisée eu égard aux attentes exprimées dans la conception de ce travail. La première difficulté rencontrée est inhérente à l'étendue de l'investissement. La construction du modèle tel qu'il a été réalisé est très coûteuse en temps, si l'on veut correctement conduire nos objectifs à leur terme. La formalisation des connaissances nécessaires à la démarche demande une recherche de transposition de ces dernières sous forme de règles. Ce qui était du domaine du vécu ou du savoir doit maintenant passer dans celui du compréhensible par la machine. Ce constat nous amène maintenant à évoquer le problème de cette recherche de formalisation.

En effet, l'aspect critique que nous pourrions soulever à cet égard concerne ce que l'on peut appeler un effet pervers. L'intérêt présenté par l'approche que nous avons utilisée a soulevé un enthousiasme de tous les instants. Mais cet enthousiasme a eu tendance à se traduire par une croyance, la croyance que tout ce qui pouvait se passer comme processus décisionnels dans la phase service - retour de service pouvait se formaliser.

En fait, nous nous sommes rendu compte que nous avions tendance à décrire non pas une réalité sur la prise de décision des joueurs mais plutôt un processus en accord avec la logique de fonctionnement du système informatique. Ce sentiment s'est retrouvé notamment dans le problème de l'adéquation entre certains énoncés de l'expert en termes d'impressions (peu ou beaucoup de services gagnants, bonne ou faible réussite du relanceur par exemple) et leur représentation sous forme de matrices dont les interprétations rendaient compte d'un mode de fonctionnement binaire. Nous terminerons enfin cette partie sur une dérive

quelque peu anecdotique vis à vis de l'approche. Nous nous sommes en effet surpris au cours de l'évaluation de notre travail, à ne pas croire que les joueurs pouvaient se tromper dans la pertinence de leur prise de décision et donc à modifier le modèle de façon à le rendre représentatif des résultats de l'exécution motrice des joueurs et non du raisonnement de l'expert.

Malgré tout et en tant qu'expert, la démarche mise en place nous a permis véritablement de concrétiser des combinaisons d'informations particulières que l'on peut considérer comme des voies originales quant au processus décisionnel pouvant se dérouler dans la phase service - retour de service. Si l'on veut bien nous concéder l'utilisation du terme "heuristique" pour qualifier ces choix, le modèle décrit nous semble tout à fait en accord avec le mode de fonctionnement des joueurs de tennis dans la situation proposée. Formulé différemment et pour éviter un parti pris trop saillant, nous pouvons indiquer que le modèle supporte la comparaison avec le fonctionnement réel de l'expert avec un degré de fiabilité tel qu'il ne nous permet pas, pour l'instant, de le rejeter.

VI.1.2 - Les retours sur les connaissances mises en jeu.

Cette seconde partie de notre bilan se propose maintenant de porter un regard sur les effets produits par la conception et la réalisation du système informatique sur les a priori et les connaissances de l'expert.

La recherche de formalisation des connaissances en jeu nous a conduit à constater que nous pouvions traduire l'étendue des connaissances tactiques concernant par exemple les effets au service à partir de règles simples prenant en compte :

- ☐ Les latéralités du serveur et du relanceur (droite, gauche).
- ☐ Le côté de service (droit, gauche).
- ☐ Les coups du relanceur (coup droit, revers).

Cette manière de concevoir des faits tactiques nous permet de mettre en place une représentation simple des connaissances d'un phénomène complexe. Dans un souci d'enseignement, cette représentation a l'énorme avantage d'être très facilement accessible et compréhensible quel que soit le niveau de pratique en tennis. Pour les besoins des mesures de cohérence, l'analyse des phases service - retour de service au cours de matches réels nous a permis de constater dans certains cas le faible nombre de situations où le modèle rentrait en action. Si l'on se reporte sur le tableau 4 représentant la répartition de l'ensemble des phases service - retour de service jouées en fonction du type de balle, du côté de service et du rang du set, nous pouvons notamment observer que le joueur n'a exécuté que trois deuxièmes balles de service sur le côté droit du terrain dans le second set.

Tableau 4 - répartition des phases de service en fonction du type de balle, du côté de service et du rang du set pour le joueur Gilles COING lors d'un match perdu sur le score de 7/6 - 1/6 - 4/6.

TYPE SERVICE	PREMIERE BALLE		SECONDE BALLE		TOTAL DES SERVICES PAR SET
COTE	DROIT	GAUCHE	DROIT	GAUCHE	
SET 1	17	12	5	6	40
SET 2	11	8	3	6	28
SET 3	9	8	6	6	29
TOTAL PARTIEL	37	28	14	18	97
TOTAL BALLE	65		32		

La distribution de l'ensemble des données nous amène à formuler deux remarques vis à vis du mode de fonctionnement de notre modèle: L'une portera sur le problème du point faible, l'autre sur le mode de représentation des faits mémorisés.

L'éclatement du tableau semble nous indiquer que nous avons eu raison de rendre compte de la notion de point faible de façon très globale, indépendamment du côté, du type de balle et du rang du set. En effet, la prise en compte de douze points faibles (correspondants aux douze catégories du tableau) ne peut raisonnablement s'envisager et ceci pour deux raisons essentielles. La première est liée à la notion de structuration du comportement technique du joueur de tennis en soulignant son caractère de globalité et moins celui de dépendance à des situations précises. La seconde est liée à la capacité limitée de la mémoire humaine qui tend à montrer que si plusieurs points faibles pouvaient exister en fonction des différentes situations rencontrées, le joueur ne pourrait de toute façon, les prendre en compte.

La dernière remarque s'applique également à cette réflexion. L'apport essentiel du modèle a été de ne pas considérer les caractéristiques du serveur comme du relanceur (type de service ou point faible) comme quelque chose d'immuable mais bien de permettre un apprentissage progressif des "habitudes de jeu" de chacun d'eux, afin d'expliquer et de représenter le changement de stratégie observé au cours de la rencontre. Afin de concrétiser cet aspect décisionnel, nous avons dû utiliser un enregistrement des données passées, dans des matrices. Ainsi le nombre relativement important de faits présents peut effectivement dépasser les réelles possibilités mnémoniques des joueurs. Si ce mode de représentation des connaissances peut s'avérer impropre, outre le fait qu'il

permet au système informatique de fonctionner, nous considérons néanmoins qu'il a été le révélateur de la forme d'enregistrement des données que nous réalisons et ceci même en situation réelle de match.

Nous pouvons ainsi indiquer que le support mnémonique permettant de fixer le déroulement événementiel d'une rencontre est avant tout visuel. Ce constat a été renforcé par la quasi impossibilité que nous avons eue en tant qu'expert, à suivre le déroulement chronologique des phases service - retour de service d'un joueur en dehors de la présence de l'image. Il apparaît de plus, que si les données semblent mémorisées dans une mémoire principalement visuelle, nous ne pouvons souscrire à l'idée que tout le déroulement événementiel est enregistré. A la suite d'interrogations plus poussées dans cet axe, nous pouvons émettre l'hypothèse que le joueur n'encoderait que des structures significatives pour lui, cette signification pouvant s'établir soit à partir d'un contenu affectif très marqué (gain ou perte immédiat du point), soit à partir d'observations de comportements techniques caractéristiques du joueur adverse (essentiellement pour le relanceur face au serveur).

Bien que notre problématique ne nous oriente pas principalement sur des investigations poussées sur le problème du type d'encodage des faits par les joueurs de tennis, il est intéressant de noter que nous pouvons trouver un début d'argumentation de ce phénomène dans la littérature spécialisée. Notre réflexion reste cependant très limitée, quasi anecdotique même, pourrions nous dire, eu égard à la multiplicité des travaux sur la question justifiant ainsi sa place dans ce chapitre prospective et conclusion.

Le type de questionnement que nous évoquons, tendrait à nous conduire vers un positionnement dans le débat très controversé, concernant la forme de stockage des connaissances en mémoire (RICHARD, 1990). Sans rejeter cet aspect, nous souhaiterions plutôt aborder le problème de la mise en place des informations dans la mémoire permanente, espace dans lequel sont classés les représentations mnésiques (TIBERGHEIN, MENDELSON et coll; 1990). Les hypothèses que nous avons indiquées précédemment sur le fonctionnement du joueur semblent trouver un écho favorable dans la définition de la mémoire épisodique de TULVING, développée par TIBERGHEIN (1986). L'analyse des processus impliqués dans ce "système de stockage des informations datées, d'événements ou épisodes personnellement vécus et de leurs associations spatio-temporelles" comme le définit l'auteur, montre notamment trois éléments essentiels que sont le codage temporel, l'importance de l'affect et le rôle du contexte. De la même façon, l'étude des processus de récupération de l'information dans cette mémoire épisodique renforce également nos hypothèses. On trouve à ce niveau, l'évocation de la participation importante des effets de contextes de nature situationnelle, motivationnelle ou représentationnelle. Cette dernière remarque nous permet de reconsidérer les éléments à la disposition des joueurs dans la phase service - retour de service (côté d'exécution et rang du service, score, efficacité antérieure) comme autant d'éléments pouvant indéniablement participer à cet effet de contexte. Mais cette argumentation ne saurait pleinement nous satisfaire sans réenvisager de manière identique, la prise d'information visuelle en tant que facteur déclencheur essentiel de cette récupération de connaissances mémorisées. Enfin, et pour revenir sur le dilemme du début, le caractère malgré tout hypothétique des aspects que nous avons décrits, tend à orienter notre prise de position

vers la prudence, donc plutôt sur le pôle de l'encodage mixte verbal/imagé que sur celui du seul verbal ou imagé.

La conclusion de cette partie nous offre l'occasion d'introduire une possibilité de dépassement de ce choix grâce aux perspectives séduisantes des modèles de mémoires connexionnistes. L'une des illustrations de cette conception concerne ce que TIBERGHEIN, MENDELSON et coll (1990) appellent "les mémoires associatives distribuées". L'intérêt présenté concerne la possibilité d'association d'activités sensorielles avec des actions motrices puis le stockage des couples ainsi établis à partir de leurs relations. Dans cet esprit, le couple pourra donc être recréé même en l'absence d'un des deux éléments. Nous pourrions, n'en doutons pas, y trouver quelques avantages, au moins quant à un nouveau mode de compréhension du traitement de l'information en mémoire.

VI.2 - PROSPECTIVE

Notre bilan s'intéresse plus à l'approche utilisée qu'à l'outil informatique. Nous nous sommes déjà expliqué sur ce point. Nous souhaitons donc, dans ce chapitre consacré aux pistes qui s'ouvrent à nous, évoquer la nécessité de poursuivre notre travail sous un aspect plus informatique.

Dans un deuxième temps, nous envisagerons les ouvertures possibles vers d'autres approches liées à la formalisation des connaissances, aussi bien pour retraiter le modèle existant que dans une perspective d'intégration des autres phases d'un échange.

VI.2.1 - Vers un outil informatique interactif.

En tant que pédagogues, nous ne pouvons pas nous contenter d'un modèle qui ne livre son savoir qu'au bout d'une longue et minutieuse enquête. En tant qu'utilisateurs "éclairés" de l'informatique, nous percevons les possibilités qu'offrirait un outil capable:

- ☐ de raisonner sur des situations concrètes (c'est ce que fait actuellement le programme logique);
- ☐ d'expliquer ses conclusions, c'est à dire décrire son cheminement dans le système;
- ☐ de comparer le fonctionnement du système avec celui d'un joueur en apprentissage afin de repérer les concepts qui n'ont pas été traités (à partir de l'hypothèse qu'il ne s'agit pas de problèmes techniques).

Les générateurs de systèmes experts offrent de telles possibilités. Mais que l'on ne s'y trompe pas, il s'agit d'une réflexion très pointue portant sur l'adéquation des besoins et des contraintes engendrés par le type de formalisme:

- ☐ quel moteur d'inférences ?
- ☐ quelles variabilité des faits ?
- ☐ quelles capacités de liaisons externes ?
- ☐ quelles possibilités graphiques ?

A ce stade de la réflexion, s'amorcent les questions que nous avons voulu éviter tout au long de notre travail, à savoir la faisabilité technique et économique d'un tel outil.

VI.2.2 - Un mode de représentation plus proche du joueur.

Mais avant d'envisager la transformation du modèle, ou plutôt du programme logique, en un outil apte à délivrer interactivement son savoir, se posent d'autres questions liées à la formalisation même des connaissances.

Dans le chapitre consacré à la présentation des experts nous avons signalé que, progressivement, nous sommes passés d'un expert-joueur à un expert-entraîneur. L'impact de ce changement n'a été compris que plus tard, lors des tests de mesures de cohérence. En effet, dans un premier temps, nous avons envisagé de comparer les conclusions de l'expert à celles du système informatique, à partir de fiches d'observation. Mais, l'expert nous a déclaré avoir des difficultés à raisonner en absence d'images. Le protocole de mesure de cohérence a

donc été modifié en conséquence. Toutefois, cet "incident" nous a permis de constater que la représentation de l'état des matrices à un moment donné était beaucoup plus pauvre lorsqu'elle résulte d'une analyse abstraite. Ces observations confirment nos propos précédents sur l'importance de la perception visuelle dans l'encodage des faits par le joueur. Les représentations que se forge celui-ci, semblent donc être sensiblement différentes de celles émanant d'un entraîneur.

Toutefois, avant de s'intéresser à ce type de représentations, il est nécessaire d'envisager leur pertinence. Etre plus proche des représentations du joueur nous permet de mieux comprendre le fonctionnement de ce dernier, mais n'enrichit pas forcément le modèle.

Par contre, il ne semble pas raisonnable de faire l'économie de cette recherche dans la mesure où les représentations spécifiques du joueur peuvent nous aider à repérer les différences de fonctionnement entre une prise de décision considérée comme idéale (établie par l'expert) et celle d'un apprenant.

VI.2.3 - Du binaire à la logique floue.

Le troisième élément que nous souhaiterions aborder a également pour point de départ le mode de formalisation des connaissances. La manière relativement précise avec laquelle notre dernier expert enseignant a formulé ses connaissances nous a conduit à ne pas envisager l'utilisation de la logique floue. Pourtant, dans un deuxième temps et lorsque le modèle a commencé à être testé, l'expert a été surpris par le fonctionnement trop binaire du système. En effet, un nombre important des règles mises en place fonctionnent avec des seuils

préalablement déterminés. Ces seuils sont généralement liés à un nombre d'échanges dans des conditions données. Il suffit par exemple d'une seule valeur supérieure à ces seuils pour que le raisonnement envisage des voies complètement différentes. Cette "brutalité" du système devra être combattue. Cela nous amènera à reconsidérer notre position vis à vis d'une approche à base de logique floue.

VI.2.4 - Prise de décision du joueur de tennis au cours de l'échange.

Enfin, il nous faudra envisager les autres phases de l'échange. Afin de traiter convenablement cet aspect, il convient cependant de nous resituer sur le type de rencontres que nous souhaitons étudier. En effet, les perspectives de départ de notre travail incluaient l'argument selon lequel la phase service - retour de service constituait le facteur le plus crucial par rapport au jeu. Cette réflexion se justifie en particulier lorsque la surface de jeu est considérée comme extrêmement rapide (l'herbe par exemple). A ce niveau, l'objectif d'une application de notre démarche au reste du jeu ne semble se justifier que dans la mesure où l'un des deux joueurs n'obtiendrait pas le gain immédiat du point ... ce qui ne saurait s'envisager avec l'utilisation de notre modèle, serions nous tenté de dire! Il en est tout autrement sur des surfaces considérées comme lentes (la terre battue par exemple), surfaces qui mettent le relanceur sous une pression temporelle plus faible, notamment sur les seconds services. Dans ce cas, comme d'ailleurs dans le précédent, car nous ne pouvons considérer que même la notion de surfaces rapides exclue l'échange, nous pouvons amener des éléments plus précis.

Le point fondamental à soulever concernant les conditions devant être prises en compte au niveau de l'échange, est représenté par la vitesse de la balle délivrée par l'adversaire. Contrairement à la phase service - retour de service, la balle frappée par l'un des deux joueurs placés en fond de court met sensiblement plus de temps pour parvenir jusqu'au joueur adverse. A cet effet, nous prendrons appui sur les résultats obtenus par DUREY(1987) à la suite de la mesure des temps de trajectoire de balles compris entre deux frappes en fond de court et au service. L'analyse des valeurs obtenues montre que pour un même match sur une surface lente (la finale de Roland - Garros 1983 opposant NOAH à WILANDER en particulier) la différence entre un temps de trajectoire de balle au service et en fond de court peut aller jusqu'à pratiquement 2500 ms, du simple au quadruple! Outre le fait que cette remarque ne puisse se concrétiser qu'un nombre de fois très limité au cours de la rencontre, nous ne pouvons que constater la faible contrainte temporelle subie par des joueurs en fond de court ceci d'autant plus marqué par la "lenteur" de la surface.

Face à notre souci d'étude du processus décisionnel du joueur, deux conclusions peuvent se dégager de ces réflexions. D'une part ce dernier n'est donc pas forcément obligé de mettre en place toute une "logistique stratégique" pour répondre de la façon la plus appropriée qui soit au coup adverse. D'autre part, il peut même se permettre le luxe d'erreurs de décision dans la mesure où il a la possibilité de pallier à ces fautes de raisonnement en mettant en œuvre une vitesse de déplacement performante.

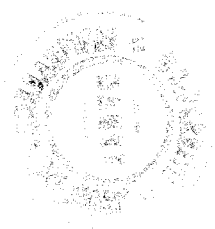
Ne nous méprenons cependant pas. Expliquer de la sorte le comportement du joueur de tennis nous conduirait nécessairement vers

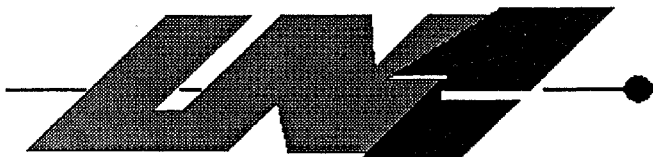
la conception selon laquelle le seul soubassement utile pour la performance de l'exécutant est le niveau d'efficience motrice atteint par celui-ci ! Ce serait également oublier que la principale caractéristique des activités d'opposition duelle est de déterminer la réussite en termes de gestion d'un rapport de force qui s'établit entre vous et votre adversaire. Parler de gestion, c'est également regarder le joueur comme un système de traitement des informations disponibles dont le résultat est de déterminer les conditions à prendre en compte afin de résoudre le plus rapidement possible le problème posé par l'adversaire. Comment donc ne pas considérer que la recherche de son point faible constitue un objectif majeur justifiant ainsi la mise en place d'un processus décisionnel précis ? La remarque de PARLEBAS (1981) qui souligne que "la complexité de l'action qui se déroule en grandeur réelle, au sein d'un espace et au cours d'un temps réel, échappe habituellement à une pré-détermination rigoureuse et interdit une programmation séquentielle absolue" ne peut que nous conforter non pas dans l'abandon de notre approche mais bien dans une recherche de pertinence de celle - ci à travers la mise en évidence en particulier de "raccourcis" dans son type de fonctionnement. Le nombre important d'enchaînements d'actions différentes au cours d'un même point ne nous permet plus l'utilisation de fonctions interprétant des matrices. Nous préférons maintenant plutôt nous orienter vers la mise en place de liaisons entre par exemple, les caractéristiques du coup produit et la qualité de la réponse adverse, induisant soit des renforcements soit des abandons des liaisons réalisées. Ne pourrait être ainsi utilisé comme support décisionnel que le couple bénéficiant de la "force de liaison" la plus forte.

VI.3 - CONCLUSION

Nous voilà donc au terme de notre entreprise. La boucle est bouclée, informatiquement parlant; la note est amenée service compris, tennistiquement parlant. Que dire de ce travail si ce n'est pour souligner les espoirs que suscite le système auquel il a abouti ? D'une logique d'expert, nous avons ainsi voulu passer à une logique informatique. Quant à la pertinence de cette production, les difficultés rencontrées sont là pour nous rappeler que l'émergence, la compréhension, la représentation et enfin la simulation d'une "intelligence" restent, quoi que nous en pensions, des opérations dépendantes du degré de maîtrise des techniques employées. La "photo dynamique de la réalité" que nous avons proposée n'a de sens que par rapport à la qualité de "l'appareil" qui a pris cette photo et, quelque part ... de celui qui le tient !

Il serait enfin présomptueux de mettre à l'actif de notre production un résultat qui, pour l'instant, n'a d'autres mérites que celui de concrétiser le rapprochement des Sciences et Techniques des Activités Physiques et Sportives avec les Sciences de la Cognition. La question de notre réussite peut donc être maintenant effectivement posée en ces termes : la prise de décision dans les sports d'opposition est - elle du domaine de l'intelligence ou de celui de la motricité ? Quant à nous, c'est dans la réunion des deux, en tant que seule et unique entité, que s'est inscrite notre orientation de recherche. Mais le point d'arrivée n'était en fait qu'un point de départ, nous le savons maintenant.





UNIVERSITE DE NANCY I



UFR STAPS
GFD 13



THESE

présentée pour l'obtention du
DOCTORAT DE L'UNIVERSITE DE NANCY I
en Sciences et Techniques des Activités Physiques et Sportives

par

Gil DENIS

&

Alain PIZZINATO

PRISE DE DECISION ET INTELLIGENCE ARTIFICIELLE DANS LES SPORTS D'OPPOSITION : EXEMPLE DE LA PHASE DE SERVICE - RETOUR DE SERVICE EN TENNIS

DESCRIPTION DU MODELE L.I.F.T.

BIBLIOGRAPHIE

ANNEXES

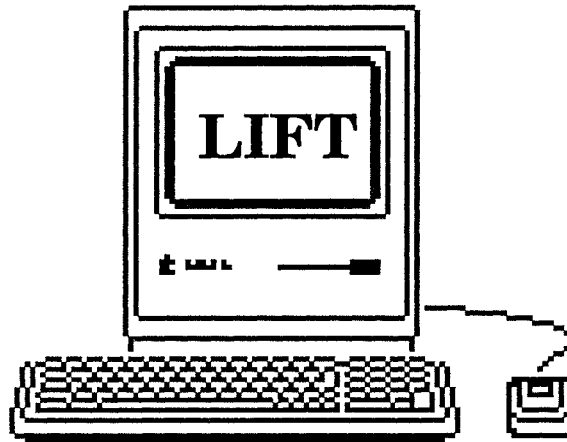
INDEX

TABLE DES ILLUSTRATIONS

TABLE DES MATIERES



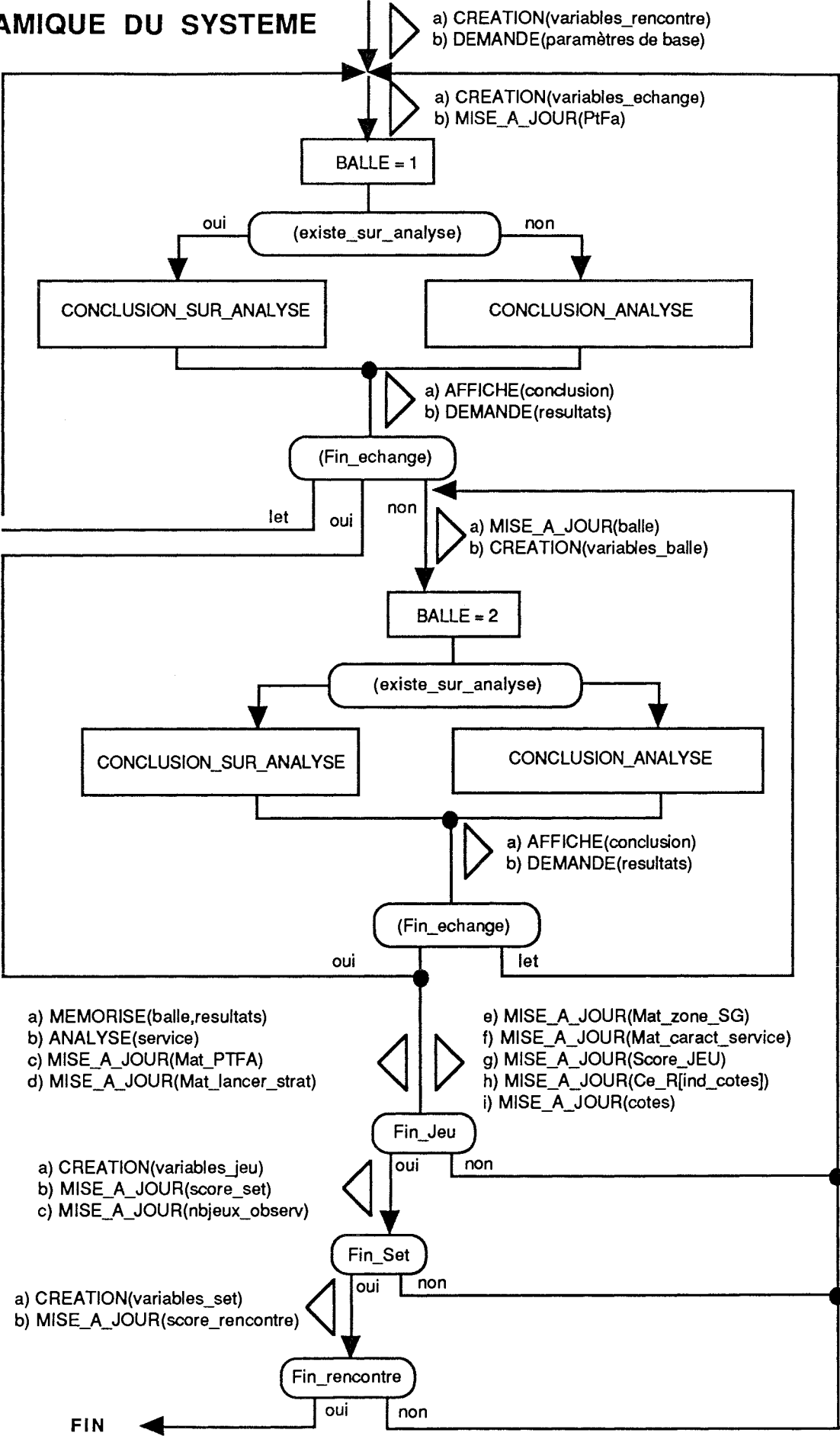
DESCRIPTION DU MODELE

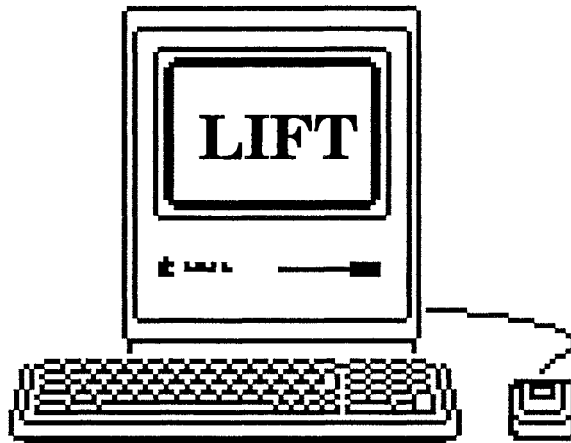


**REPRESENTATION DE LA
DYNAMIQUE GENERALE DU
SYSTEME**

**(PROGRAMME
CHRONOLOGIQUE)**

DYNAMIQUE DU SYSTEME



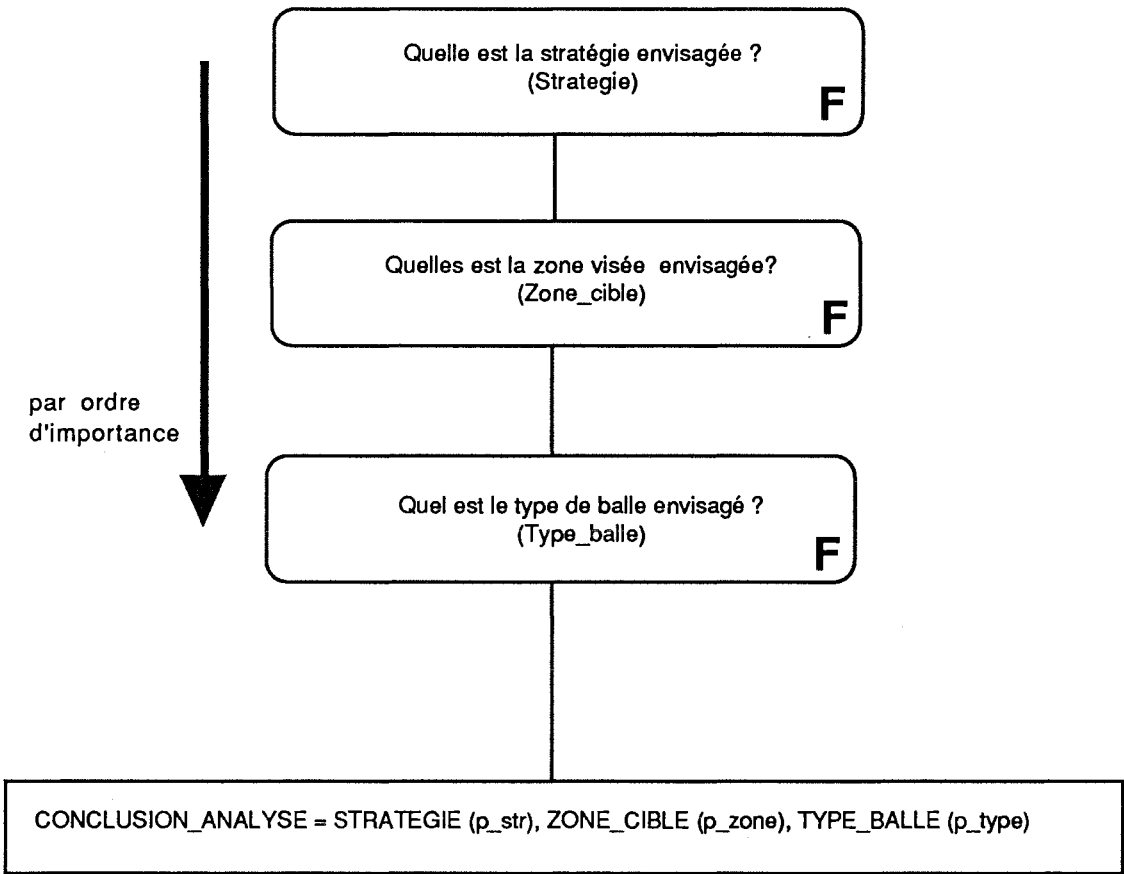


REPRESENTATION DES FONCTIONS PRINCIPALES :

- * CONCLUSION_ANALYSE**
- * CONCLUSION_SUR_ANALYSE**

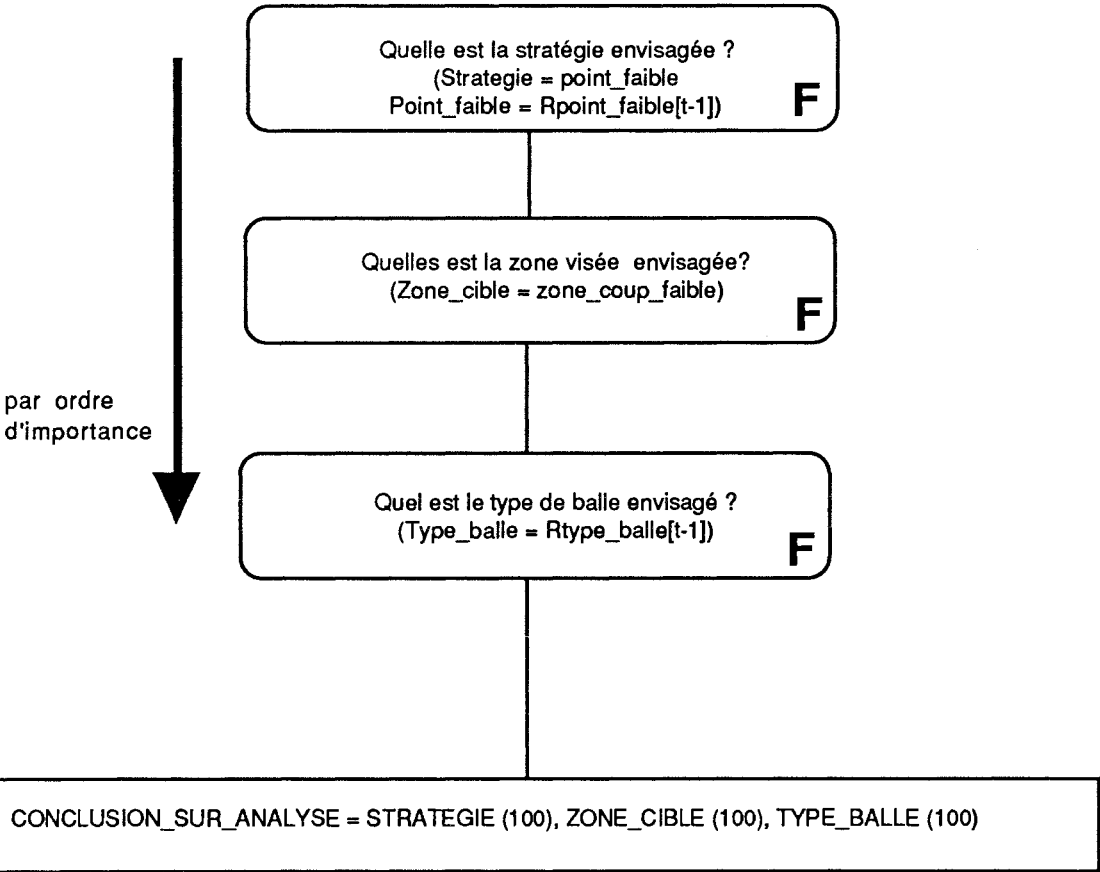
REPRESENTATION DE LA FONCTION PRINCIPALE
"CONCLUSION_ANALYSE"

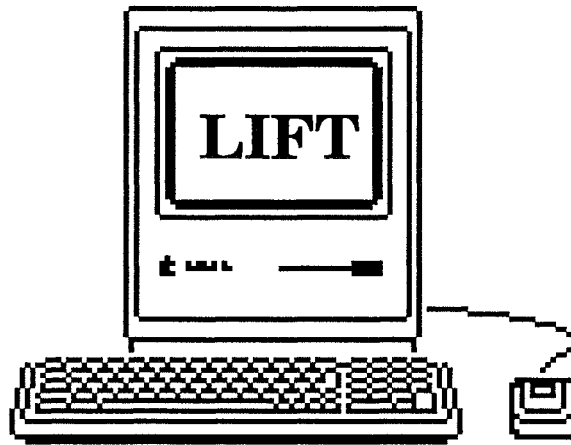
CONCLUSION_ANALYSE =
f(strategie,zone_cible,type_balle)



REPRESENTATION DE LA FONCTION PRINCIPALE
"CONCLUSION_SUR_ANALYSE"

CONCLUSION_SUR_ANALYSE =
f(Existe_sur_analyse)





PARTICULARITES DE LA GESTION DE LA BASE DE FAITS.

- * LISTES PREDETERMINEES**
- * PERIODICITE DES FAITS**
(Procédure de CREATION)

LES LISTES PRE-DETERMINEES DANS LE SYSTEME LIFT
(Base de faits)

CONSTRUCTION :
indice_liste → valeur

LISTE_STRATEGIE

- 1 → Service gagnant
- 2 → Point faible
- 3 → Excentree
- 4 → Indeterminee
- 5 → Effet de surprise

LISTE_ZONE_CIBLE

- 1 → Centre
- 2 → Croisee
- 3 → Joueur
- 4 → Inderterminee

LISTE_TYPE_BALLE

- 1 → Slice
- 2 → Lift
- 3 → Plat
- 4 → Indertermine

LISTE_POINT_FAIBLE

- 1 → Revers
- 2 → Coup_droit
- 3 → Joueur
- 4 → Indetermine

LISTE_VALEUR_SERVICE

- 1 → Pos_fav
- 2 → Pos_defav
- 3 → Faute
- 4 → Remettre
- 5 → Neutre

LISTE_LANCER_BALLE

- 1 → Devant
- 2 → Haut
- 3 → Excentre
- 4 → Arriere
- 5 → Non_caract

LISTE_TERRAIN

- 1 → Terre_battue
- 2 → Resine
- 3 → Moquette
- 4 → Herbe
- 5 → Green_Set
- 6 → Bois
- 7 → Tarafflex
- 8 → Decoturf

LISTE_JOUEUR

- 1 → Serveur
- 2 → Relanceur

LISTE_LATERALITE

- 1 → Droitier
- 2 → Gaucher

LISTE_COTE_SERVICE

- 1 → Droite
- 2 → Gauche

LISTE_POS_SERVEUR

- 1 → Centree
- 2 → Excentree

LISTE_NB_SET

- 1 → 2
- 2 → 3

LISTE_IND_ZONE

- 1 → 1
- 2 → 2
- 3 → 3

REPRESENTATION DES PROCEDURES DE CREATION DES FAITS DANS LEUR PERIODICITE (ne concerne pas les matrices et les listes)

1- CREATION(variables de balle)

INITIALISE(Pos_serveur,IND);
INITIALISE(Lancer_balle,IND);

PERIODICITE = BALLE

2- CREATION(variables d'échange)

INITIALISE(Fin_echange,IND);
INITIALISE(Valeur_service,IND);
INITIALISE(Strategie,IND);
INITIALISE(Rstrategie,IND);
INITIALISE(Zone_cible,IND);
INITIALISE(Rzone_cible,IND);
INITIALISE(Type_balle,IND);
INITIALISE(Rtype_balle,IND);
INITIALISE(PtFa,IND);
INITIALISE(gagnant,IND);
INITIALISE(Connaissance_PtFa_Rel,IND);
INITIALISE(Caract_serveur_SG,IND);
INITIALISE(proba_strat_debut,IND);
INITIALISE(Proba_strat_pendant);
INITIALISE(LatCot[x[1-2]],IND);
INITIALISE(frequence_SG,IND);
INITIALISE(variation_strategie_lancerPart,IND);
INITIALISE(Indice_frequence,0);
INITIALISE(zone_coup_faible,IND);
INITIALISE(typeballe_theorique,IND);
INITIALISE(Zone_theorique,IND);
INITIALISE(Rap_Lat,IND);
INITIALISE(Existe_sur_analyse,IND);
INITIALISE(Rpoint_faible,IND);

PERIODICITE = ECHANGE

3 - CREATION(variables de JEU)

INITIALISE(Fin_jeu,IND);
INITIALISE(Pt_Part_Score_Jeu,IND);
INITIALISE(Ecart_score_jeu,IND);

PERIODICITE = JEU

4 - CREATION(variables de SET)

INITIALISE(Fin_set,IND);
INITIALISE(Score_Set_Particulier,IND);

PERIODICITE = SET

5 - CREATION(variables de rencontre ou invariants)

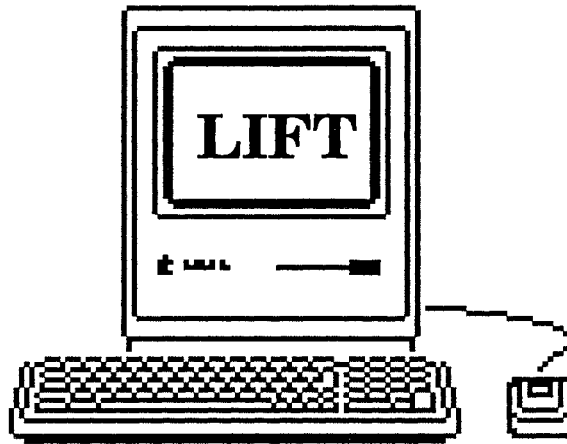
INITIALISE(Fin_rencontre,IND) ;
INITIALISE(LatS,IND);
INITIALISE(LatR,IND);
INITIALISE(terrain,IND);
INITIALISE(Surf_Ter,IND);
INITIALISE(Max_set,0);
INITIALISE(Phase_attente,OUI);

PERIODICITE = RENCONTRE

6 - CREATION PARTICULIERE DES VARIABLES LIEES AUX REGLES DU JEU

Pas de périodicité pour les faits liés aux fonctions de type R (règles du jeu)

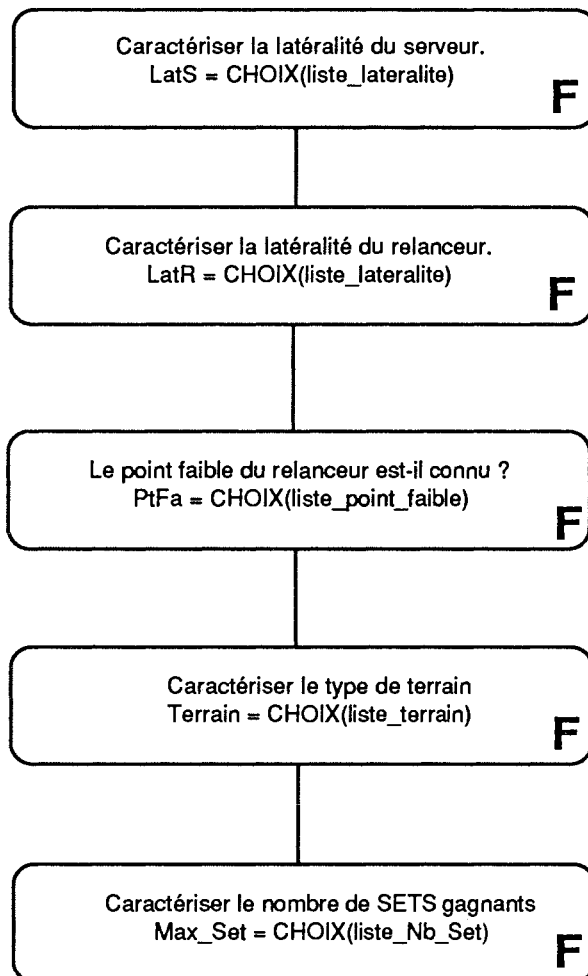
INITIALISATION(Score_jeu,00/00);
INITIALISATION(score_set,0/0);
INITIALISATION(score_rencontre,0/0)
INITIALISATION(balle,1);
INITIALISATION(Cote_s,DROITE);



REPRESENTATION DES PROCEDURES *DEMANDE*

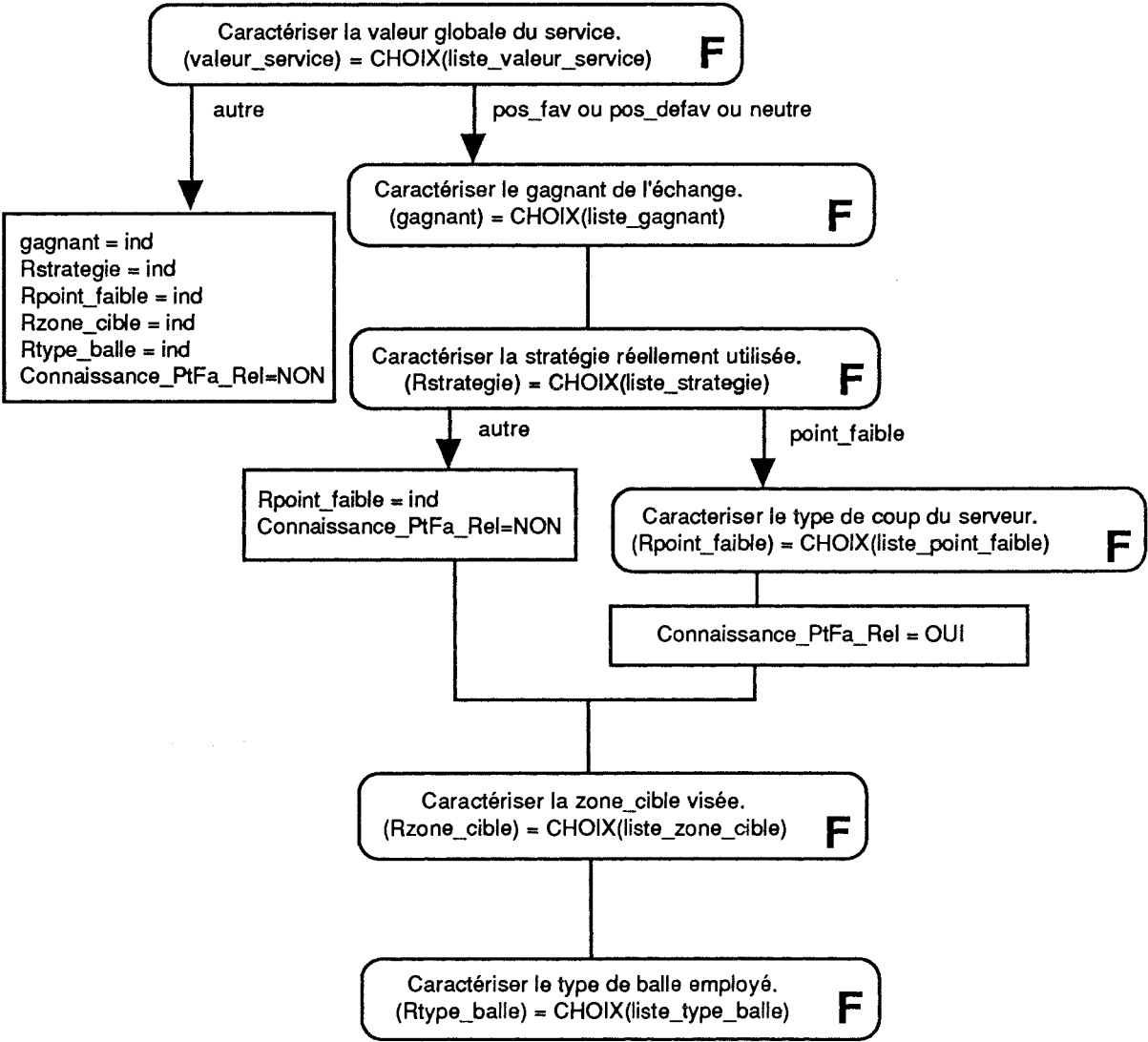
REPRESENTATION DE LA PROCEDURE DEMANDE(parametres_de_base)

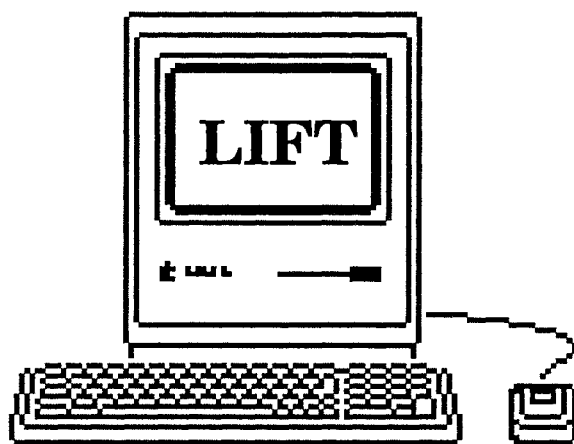
LatS = f(liste_lateralite)
LatR = f(liste_lateralite)
PtFa = f(liste_point_faible)
terrain = f(liste_terrain)
Max_Set = f(liste_Nb_Set)



REPRESENTATION DE LA PROCEDURE
DEMANDE(resultats)

valeur_service = f(liste_valeur_service)
gagnant = f(liste_gagnant)
Rstrategie = f(liste_strategie)
Rpoint_faible = f(liste_point_faible)
Rzone_cible = f(liste_zone_cible)
Rtype_balle = f(liste_type_balle)
(Connaissance_PtFa_Rel)

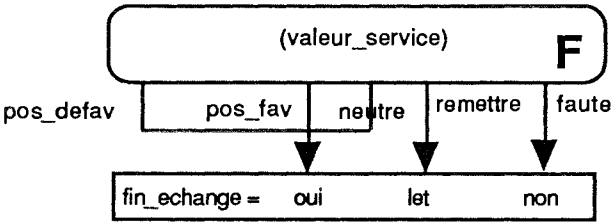




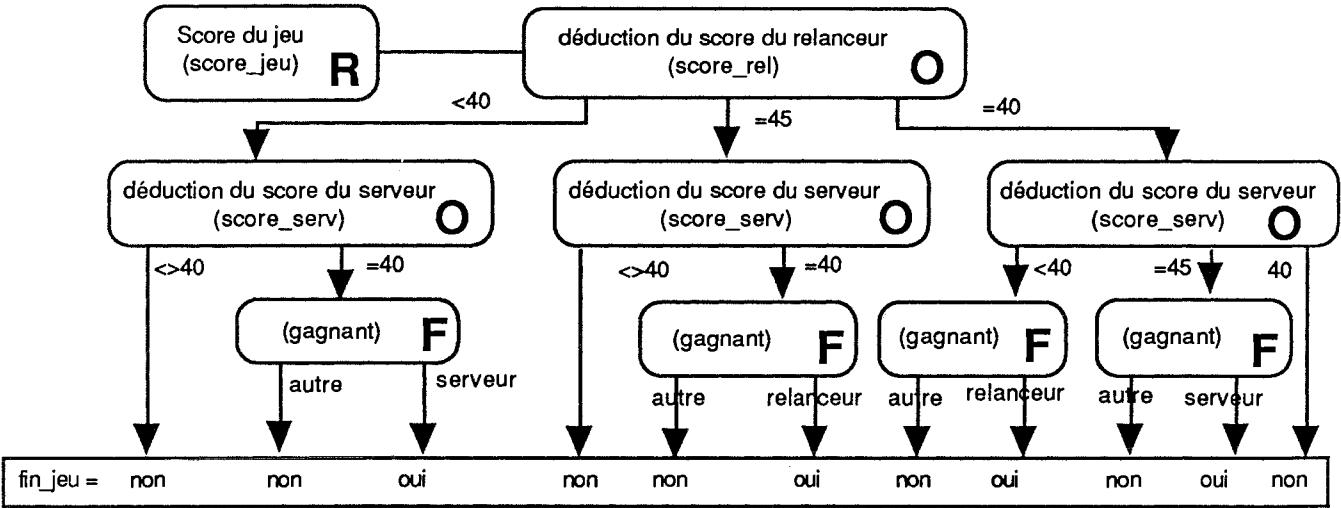
REPRESENTATION DES FAITS REPERANT LA PERIODICITE EN COURS

CARACTERISER LES FAITS DIVISANT
LA RENCONTRE DANS LE TEMPS

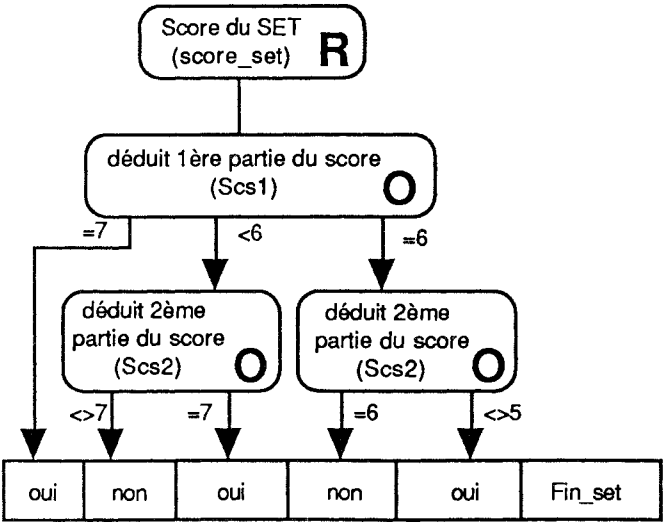
Fin_Echange = f(valeur_service)



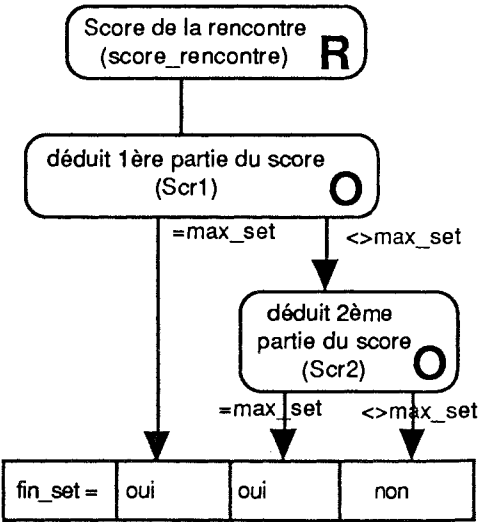
Fin_Jeu = f(score_jeu,gagnant)

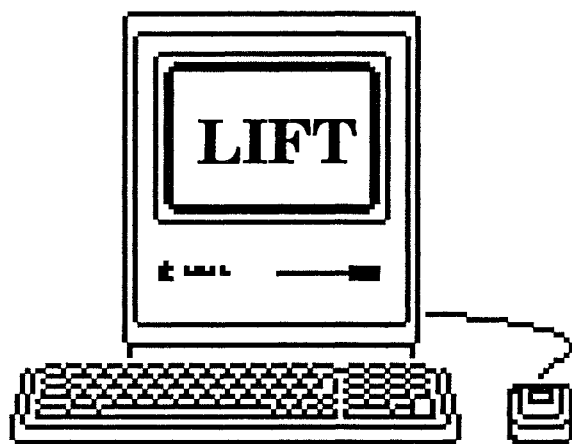


Fin_SET = f(Score_Set)



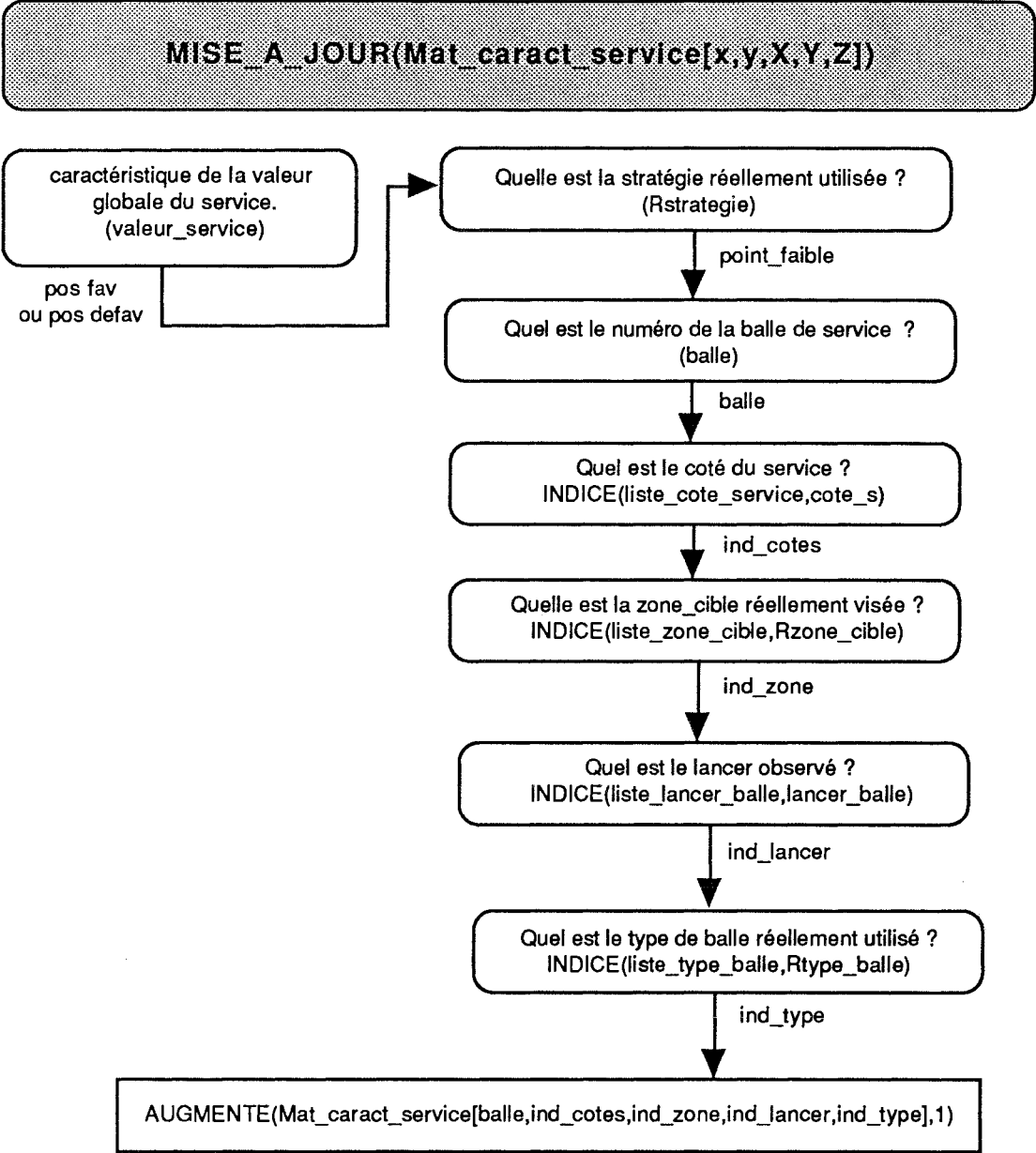
Fin_rencontre = f(Score_Rencontre)





REPRESENTATION DES PROCEDURES DE CREATION ET DE MISE A JOUR DES MATRICES

REPRESENTATION DES PROCEDURES DE CREATION ET DE
MISE_A_JOUR DE LA MATRICE DES CARACTERISTIQUES DU
SERVICE SUR POINT FAIBLE

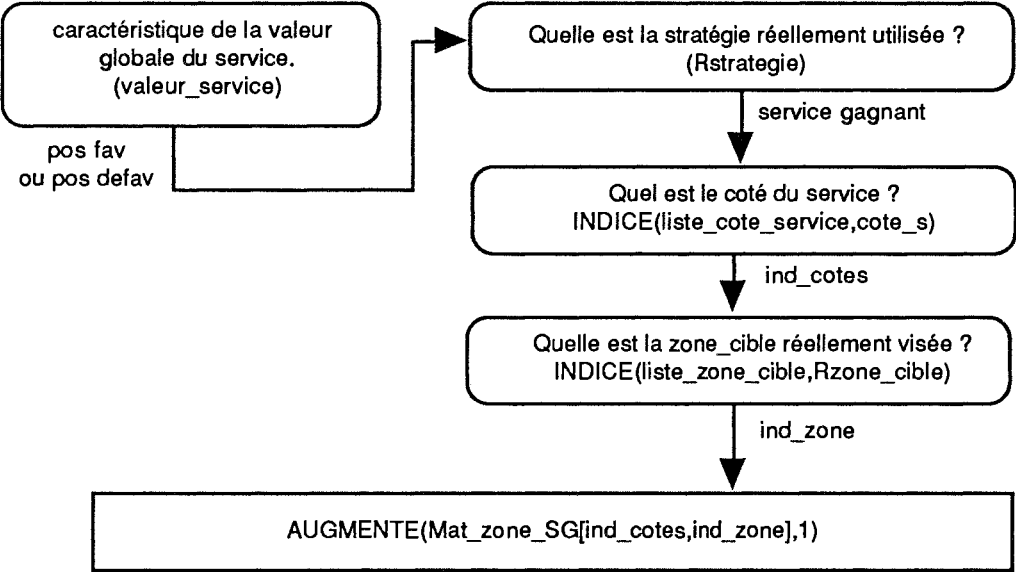


CREATION(Mat_caract_service[x,y,X,Y,Z])

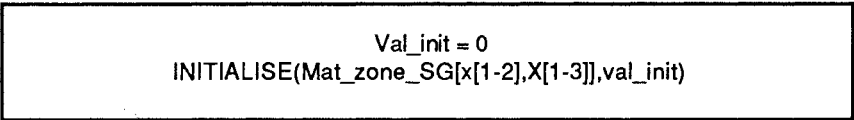
Val_init = 0
INITIALISE(Mat_caract_service[x[1-2],y[1-2],X[1-3],Y[1-4],Z[1-3]],val_init)

REPRESENTATION DES PROCEDURES DE CREATION ET DE
MISE_A_JOUR DE LA MATRICE DES SERVICES GAGNANTS

MISE_A_JOUR(Mat_zone_SG[x,X])

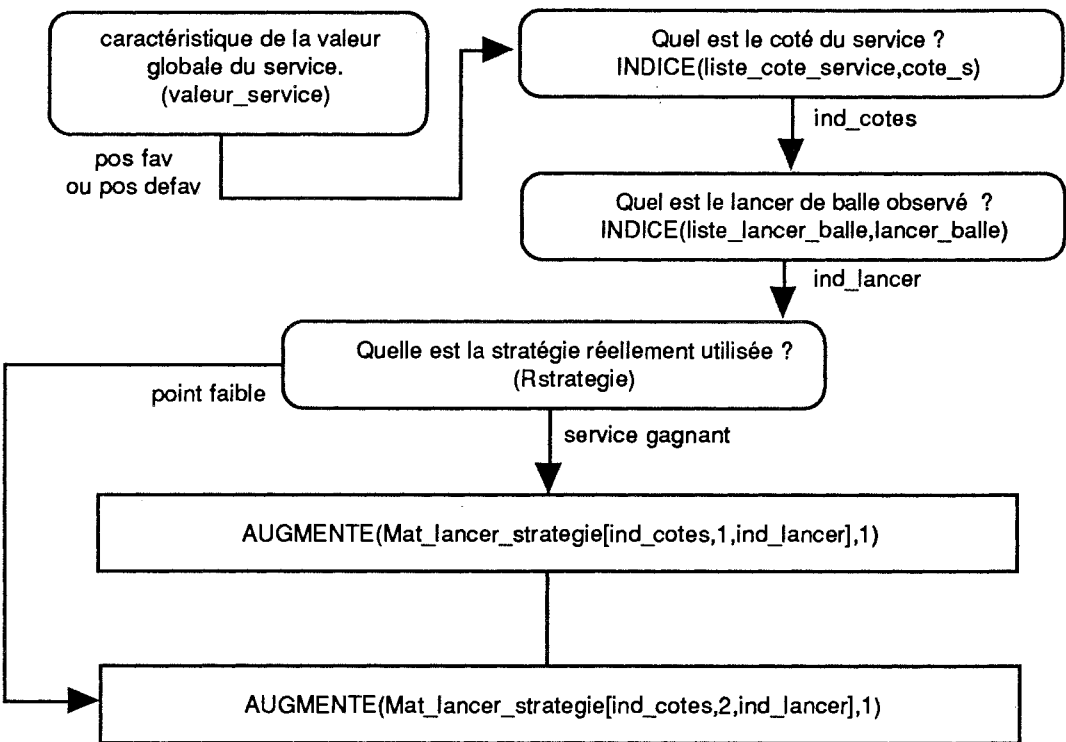


CREATION(Mat_zone_SG[x,X])



REPRESENTATION DES PROCEDURES DE CREATION
ET DE MISE_A_JOUR DE LA MATRICE DES LANCERS

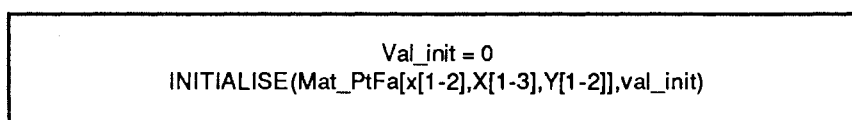
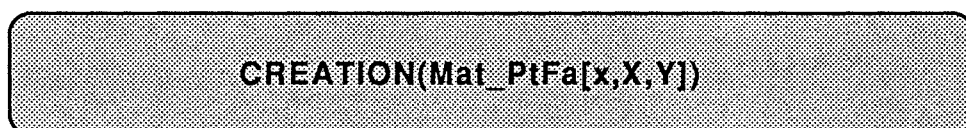
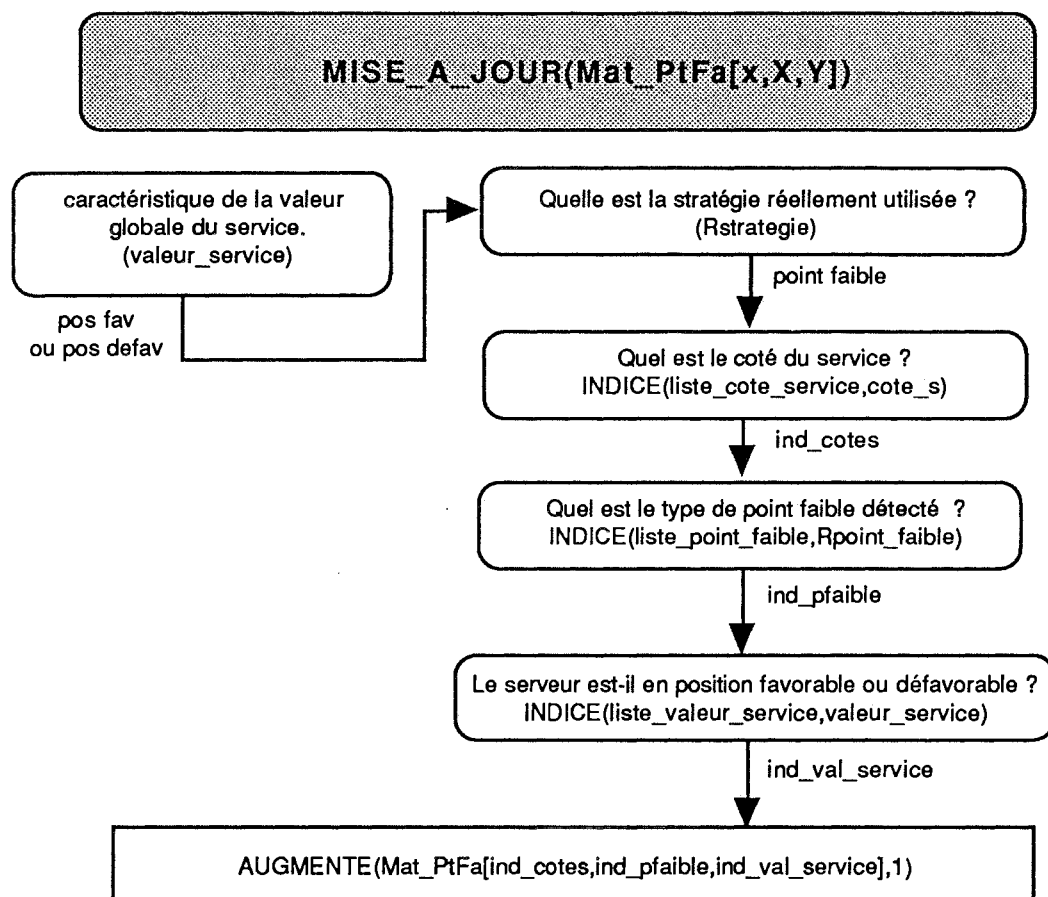
MISE_A_JOUR(Mat_lancer_strategie[x,X,Y])



CREATION(Mat_lancer_strategie[x,X,Y])

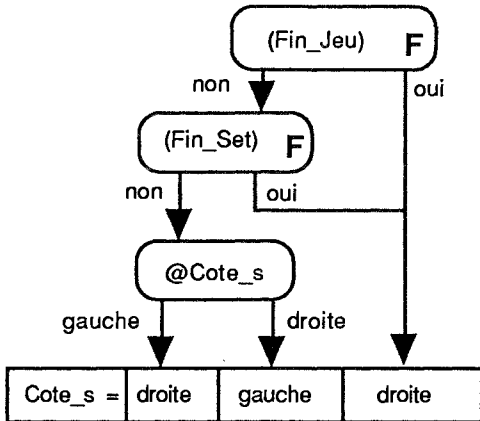
Val_init = 0
INITIALISE(Mat_lancer_strategie[x[1-2],X[1-2],Y[1-4]],val_init)

REPRESENTATION DES PROCEDURES DE CREATION ET DE MISE_A_JOUR DE LA MATRICE DES POINTS FAIBLES



CREATION & MISE A JOUR DU COTE DE SERVICE (Cote_s)

1) MISE_A_JOUR(Cote_s)



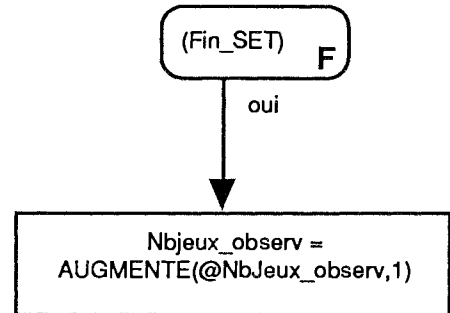
2) CREATION(Cote_s)

cote_s = INITIALISE(cote_s,DROITE)

CREATION et MISE A JOUR DU NOMBRE DE JEUX OBSERVES

1) CREATION(NbJeux_observ) : NbJeux_observ = 0

2) MISE_A_JOUR(NbJeux_observ)

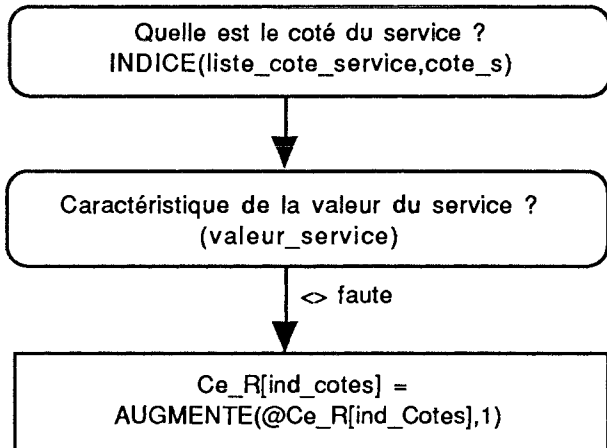


2) CREATION(Nbjeux_observ)

Nbjeux_Observ = INITIALISE(nbjeux_observ,0)

CREATION et MISE A JOUR du compteur d'échanges réussis Ce_R[Ind_cotes]

1) MISE_A_JOUR(Ce_R[Ind_cotes])

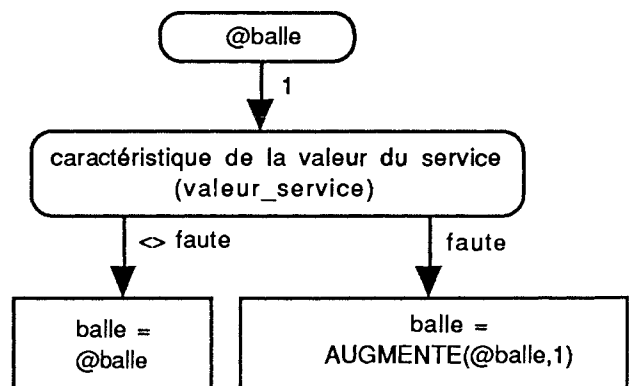


2) CREATION(Ce_R[Ind_cotes])

Ce_R[ind_cotes] = INITIALISE[Ce_R[Ind_cotes],0]

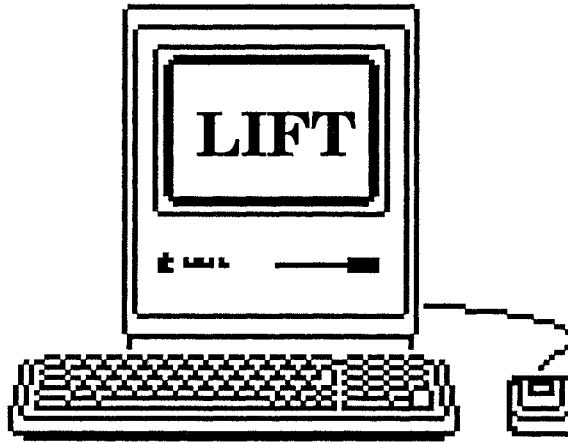
CREATION et MISE_A_JOUR de BALLE

1) MISE_A_JOUR(balle)



2) CREATION(balle)

balle = INITIALISE(balle,1)

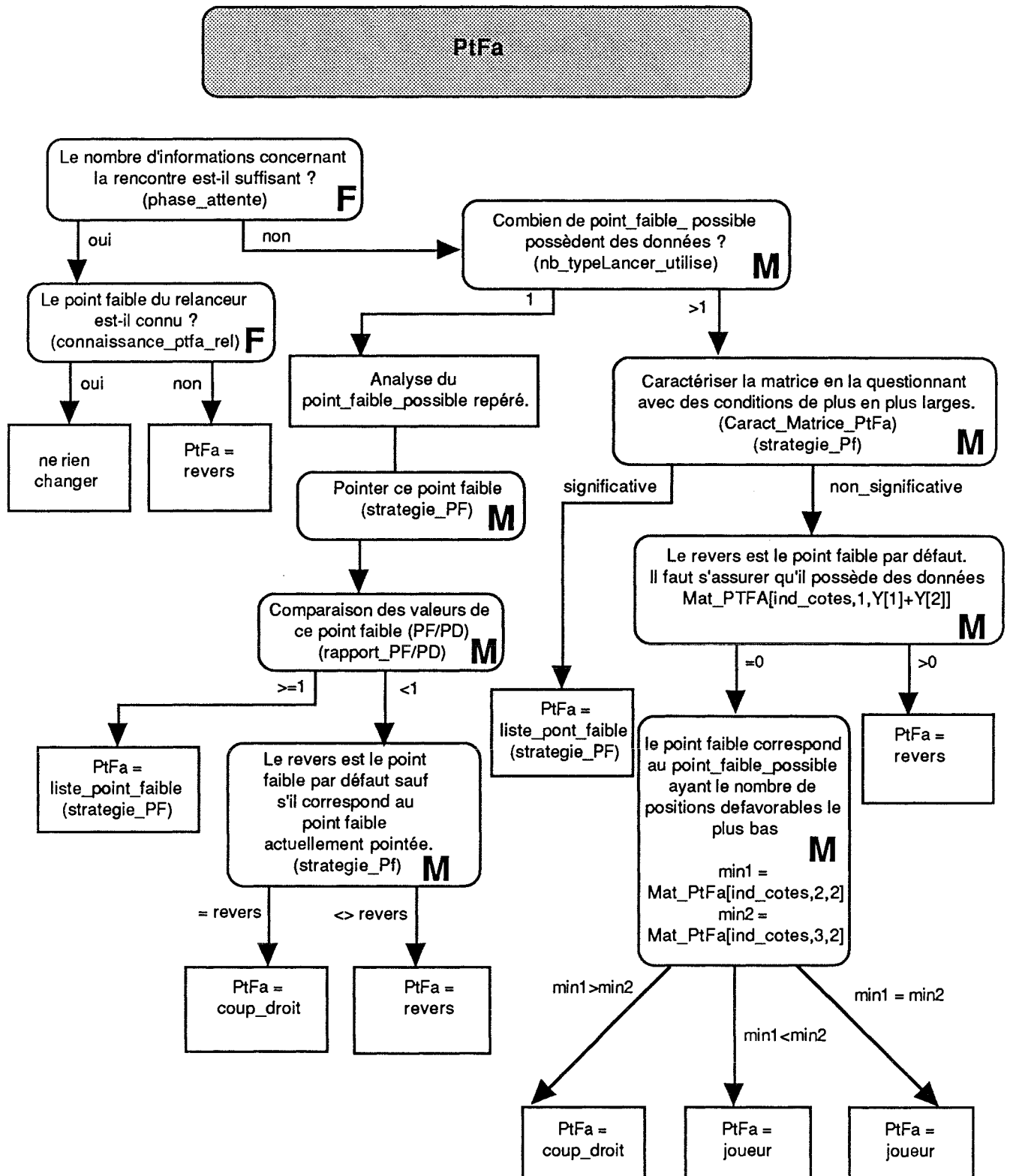


**REPRESENTATION DE LA
PROCEDURE
*MISE_A_JOUR(Pt_Fa)***

**(évolution du fait "point faible du
relanceur")**

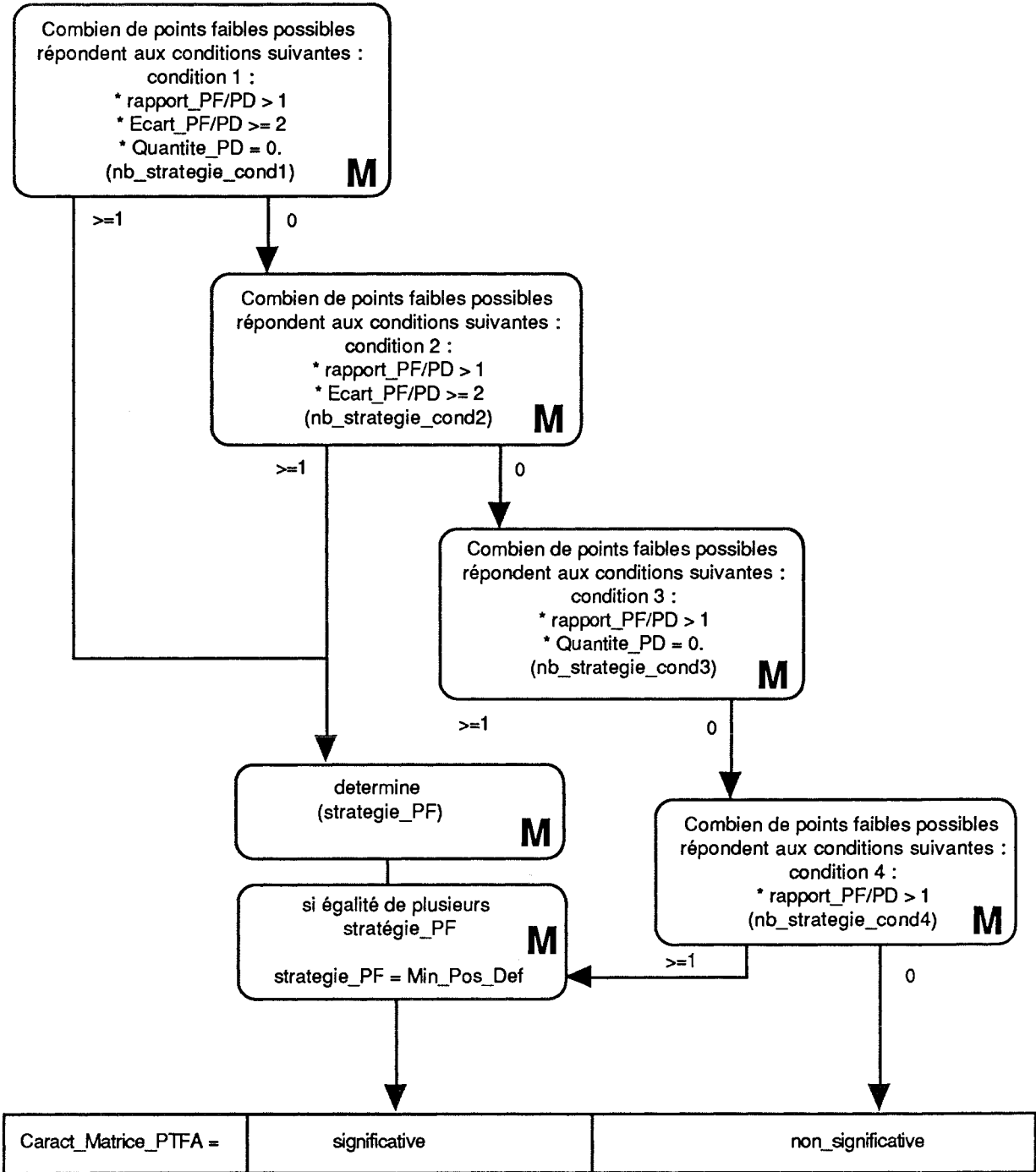
REPRESENTATION DE LA PROCEDURE MISE_A_JOUR(PtFa) (Schéma général)

ANALYSE DE LA MATRICE DES POINTS FAIBLES MAT_PTFA[ind_cote,X,Y]



REPRESENTATION DE LA FONCTION
CARACT_MATRICE_PTFA

Caract_Matrice_PTFA =
f(rapport_PF/PD, Ecart_PF/PD, quantite_PD)



ANALYSES A PARTIR DE LA MATRICE DES POINTS FAIBLES

MATRICE : MAT_PTFA[ind_cotes,X,Y]

MAT_PTFA[indice_cotes,x,y]	REVERS	COUP-DROIT	JOUEUR
position favorable /serveur	[ind_cotes,1,1]	[ind_cotes,2,1]	[ind_cotes,3,1]
position défavorable /serveur	[ind_cotes,1,2]	[ind_cotes,2,2]	[ind_cotes,3,2]

pour

X = point_faible_possible

Y = résultat du point/serveur

ANALYSES MENEES SUR CETTE MATRICE

- détermination du nombre de point faible possible contenu dans la matrice**

$$\text{nb_PointFaible_utilise} = \text{NB_MAT}(\text{Mat_PTFA}[\text{ind_cotes}, X[1-3], Y[1]+Y[2]])$$

pour $\text{Mat_PTFA}[\text{ind_cotes}, X[1-3], Y[1]+Y[2]] > 0$
- pointer le point faible possible ayant le nombre de positions favorables (Y[1]) le plus grand**

$$\text{strategie_PF} = \text{MAX}((\text{Mat_PTFA}[\text{ind_cotes}, X[1-3], 1]) \text{point_faible_possible})$$
- déterminer le rapport entre les positions favorables (PF) et les positions défavorables (PD) pour un point faible possible déterminée**

$$\text{rapport} = (\text{Mat_PTFA}[\text{ind_cotes}, \text{ind_strat}, 1]) - (\text{Mat_PTFA}[\text{ind_cotes}, \text{ind_strat}, 2])$$

pour ind_strat = indice du point_faible_possible étudié (ind_strategie_PF)
- détermination de l'écart entre les positions favorables (PF) et les positions défavorables (PD) pour un point faible possible déterminé.**

$$\text{ecart_PF/PD} = (\text{Mat_PTFA}[\text{ind_cotes}, \text{ind_strat}, 2]) / (\text{Mat_PTFA}[\text{ind_cotes}, \text{ind_strat}, 1])$$

pour ind_strat = indice du point_faible_possible étudié (ind_strategie_PF)
- détermination du nombre de positions défavorables pour une point_faible_possible donné.**

$$\text{quantite_PD} = (\text{Mat_PTFA}[\text{ind_cotes}, \text{ind_strat}, 2])$$

pour ind_strat = indice du point_faible_posible étudié (ind_strategie_PF)
- détermination du nombre de point_faible_possible pour condition1 :**

$$\text{condition1} : \text{rapport_PF/PD} > 0 \text{ ET } \text{ecart_PF/PD} \geq 2 \text{ ET } \text{quantite_PD} = 0 \text{ ET } \text{TOTAL}(\text{Mat_PTFA}[\text{ind_Cotes}, \text{ind_strat}, 1])$$

pour ind_strat [1 - 3]

$$\text{nb_strategie_cond1} = \text{NB_MAT}(\text{Mat_PTFA}[\text{ind_cotes}, X[1-3], Y[1-3]])$$
 pour condition1
- détermination du nombre de point_faible_possible pour condition2 :**

$$\text{condition2} : \text{rapport_PF/PD} > 0 \text{ ET } \text{ecart_PF/PD} \geq 2 \text{ ET } \text{TOTAL}(\text{Mat_PTFA}[\text{ind_Cotes}, \text{ind_strat}, 1])$$

pour ind_strat [1 - 3]

$$\text{nb_strategie_cond2} = \text{NB_MAT}(\text{Mat_PTFA}[\text{ind_cotes}, X[1-3], Y[1-2]])$$
 pour condition2
- détermination du nombre de point_faible_possible pour condition3 :**

$$\text{condition3} : \text{rapport_PF/PD} > 0 \text{ ET } \text{TOTAL}(\text{Mat_PTFA}[\text{ind_Cotes}, \text{ind_strat}, 1])$$

pour ind_strat [1 - 3]

$$\text{nb_strategie_cond3} = \text{NB_MAT}(\text{Mat_PTFA}[\text{ind_cotes}, X[1-3], Y[1-2]])$$
 pour condition3
- détermination du nombre de point_faible_possible pour condition4 :**

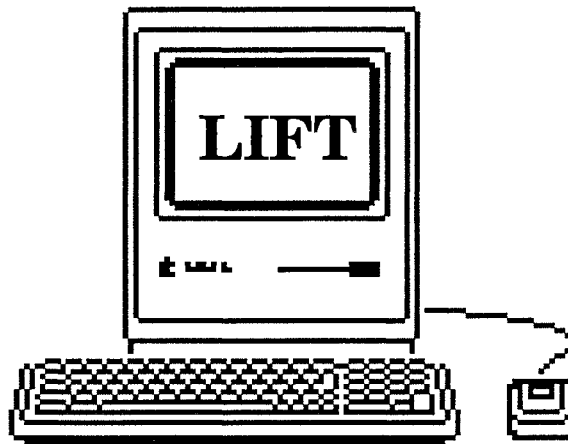
$$\text{condition4} : \text{rapport_PF/PD} > 0$$

pour ind_strat 1 - 3

$$\text{nb_strategie_cond4} = \text{NB_MAT}(\text{Mat_PTFA}[\text{ind_cotes}, X[1-3], Y[1-2]])$$
 pour condition4
- détermination du point_faible_possible ayant le nombre de positions défavorables le plus bas.**

$$\text{Min_Pos_def} = \text{MIN}(\text{Mat_PTFA}[\text{ind_cotes}, X[1-3], 2], \text{point_faible_possible})$$

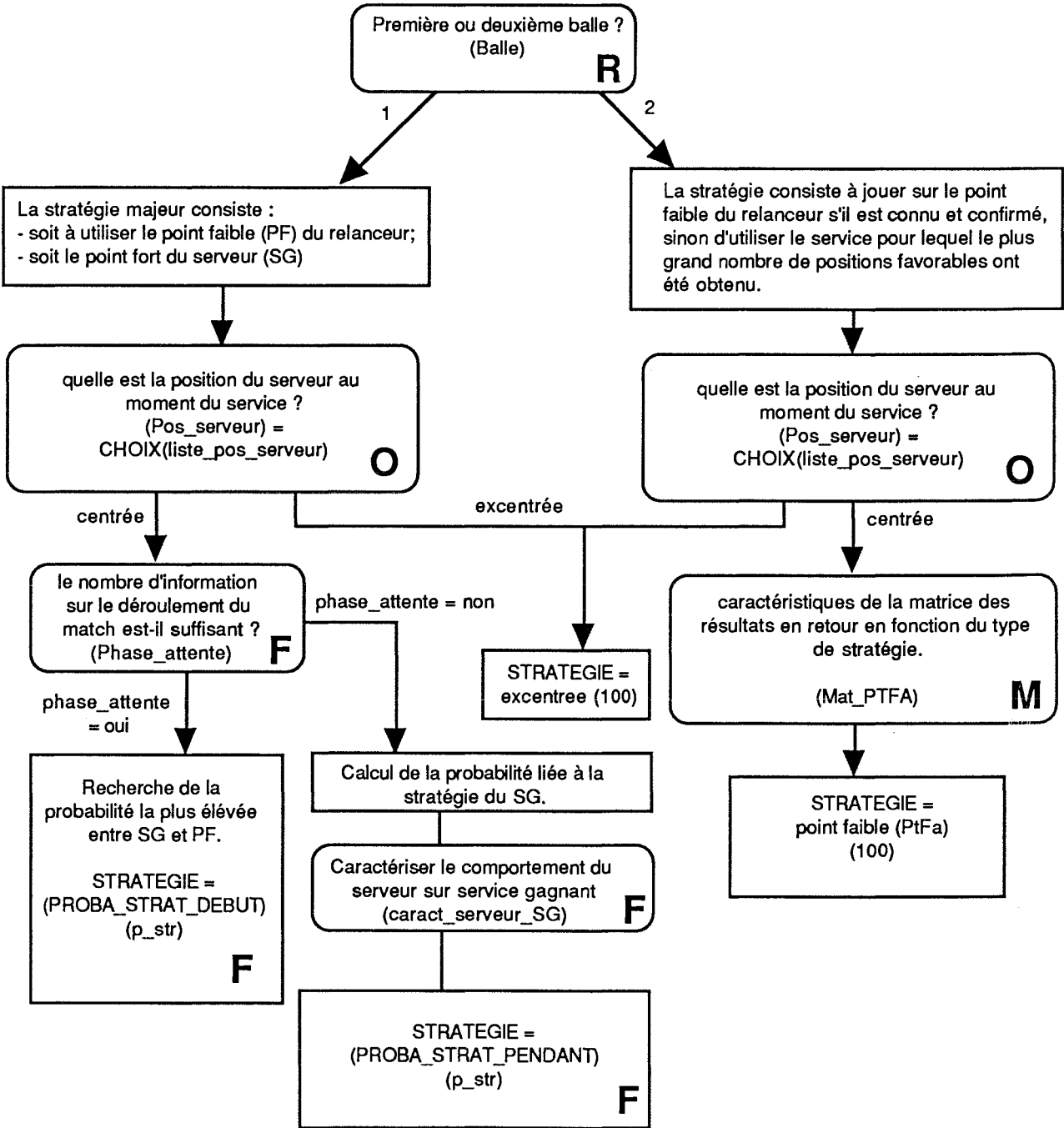
pour condition1 ou condition2 ou condition3 ou condition4



REPRESENTATION DE LA FONCTION *STRATEGIE*

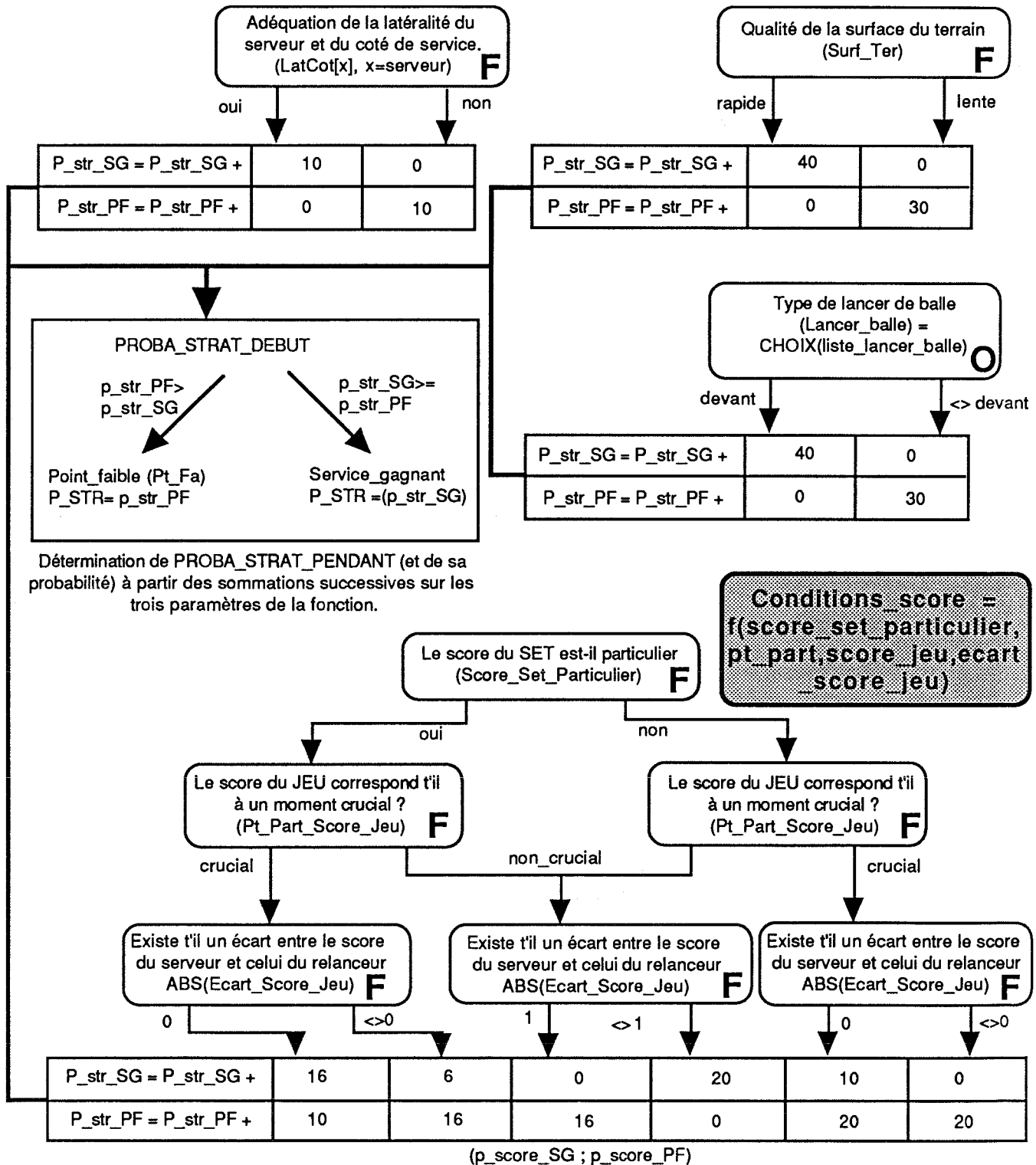
PREMIERE ETAPE DE LA PHASE DECISIONNELLE
- RECHERCHE DE LA STRATEGIE MAJEURE -
(fonction STRATEGIE)

STRATEGIE =
f(balle,pos_serveur,phase_attente,PtFa)



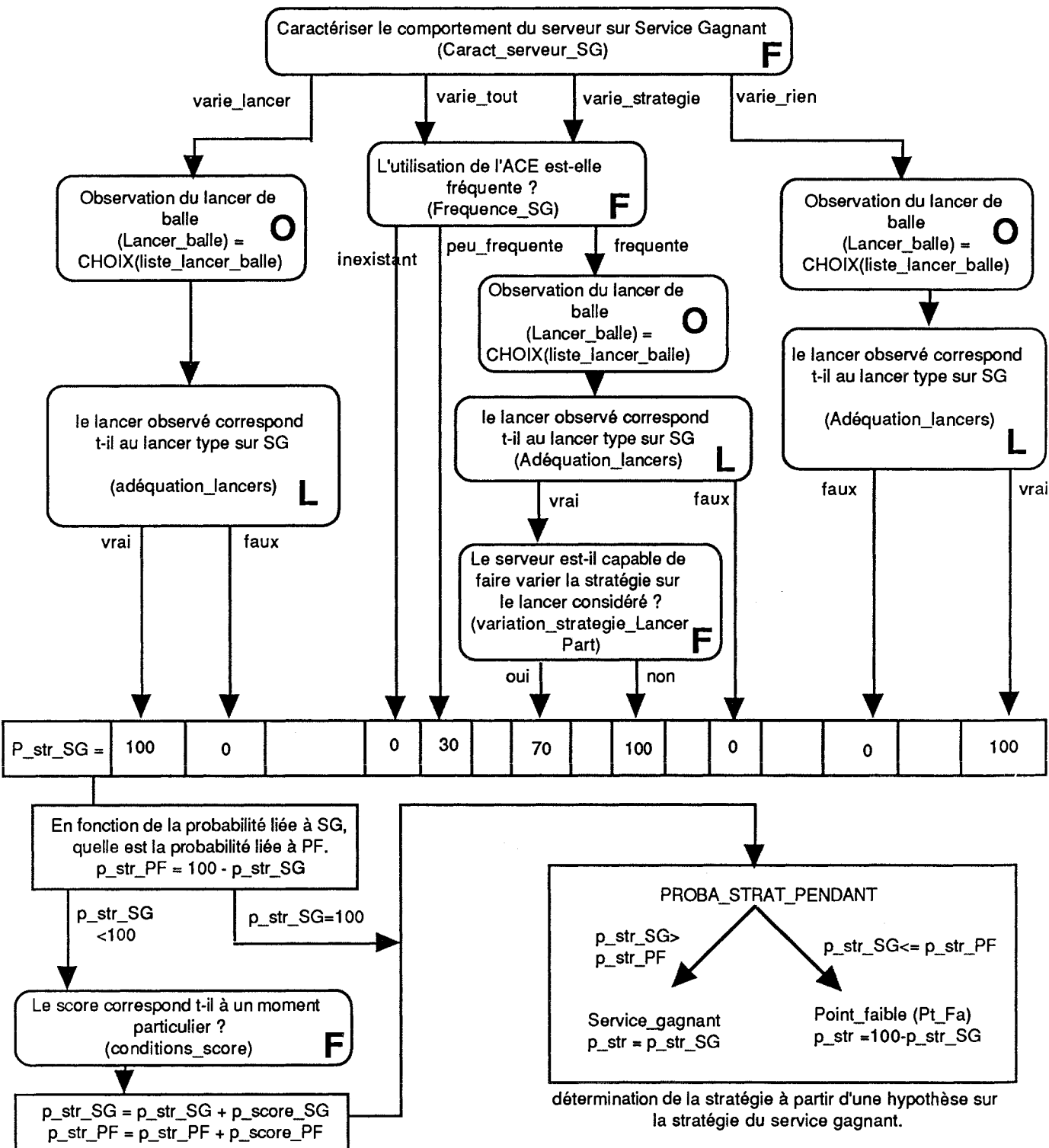
REPRESENTATION DE LA FONCTION PROBA_STRAT_DEBUT
(Balle=1, Pos_Serv=Centrée, phase_attente=oui)

PROBA_STRAT_DEBUT=
f(surf_ter,LatCot[x],Lancer_Balle,Conditions_Score)
pour x = serveur

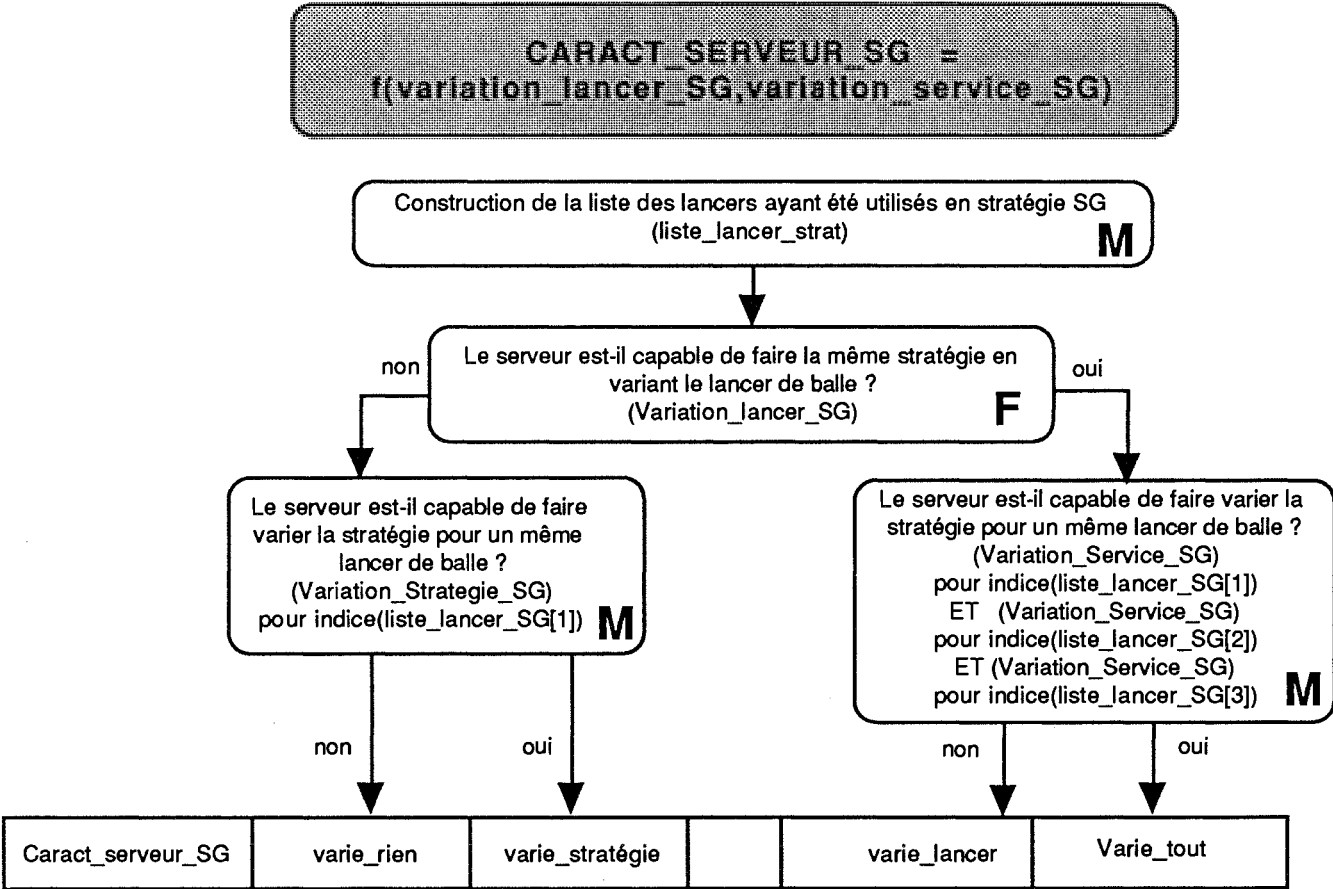


REPRESENTATION DE LA FONCTION PROBA_STRAT_PENDANT
(Balle=1, Pos_Serv=Centrée, phase_attente=non)

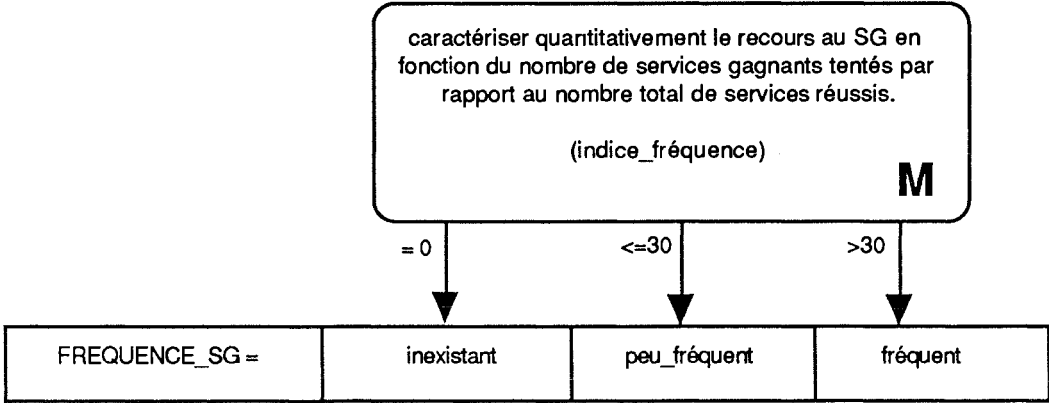
PROBA_STRAT_PENDANT =
 $f(\text{caract_serveur_SG}, \text{fréquence_SG}, \text{adéquation_lancers}, \text{conditions_score})$



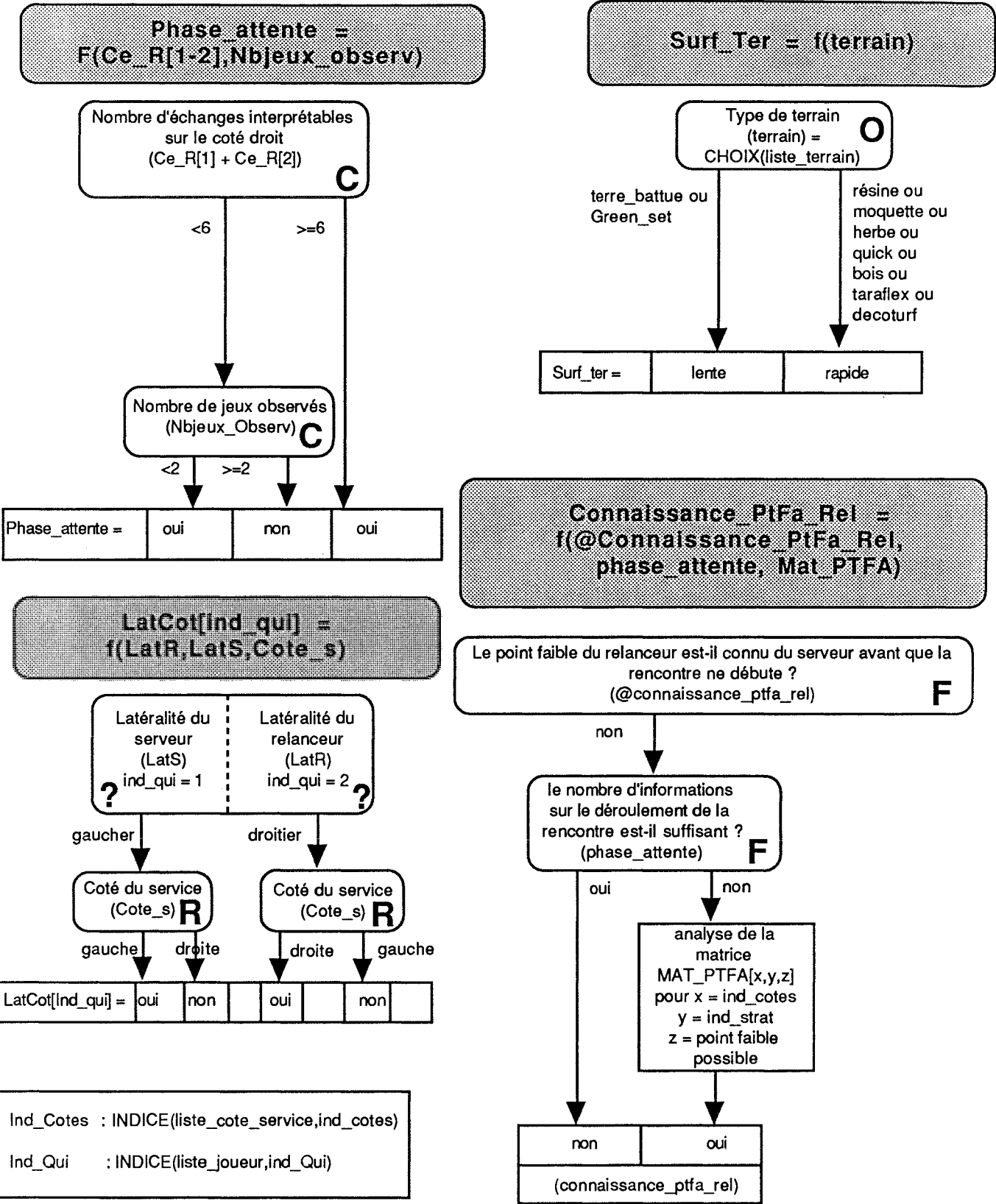
REPRESENTATION DES FONCTIONS
UTILISEES PAR PROBA_STRAT_PENDANT



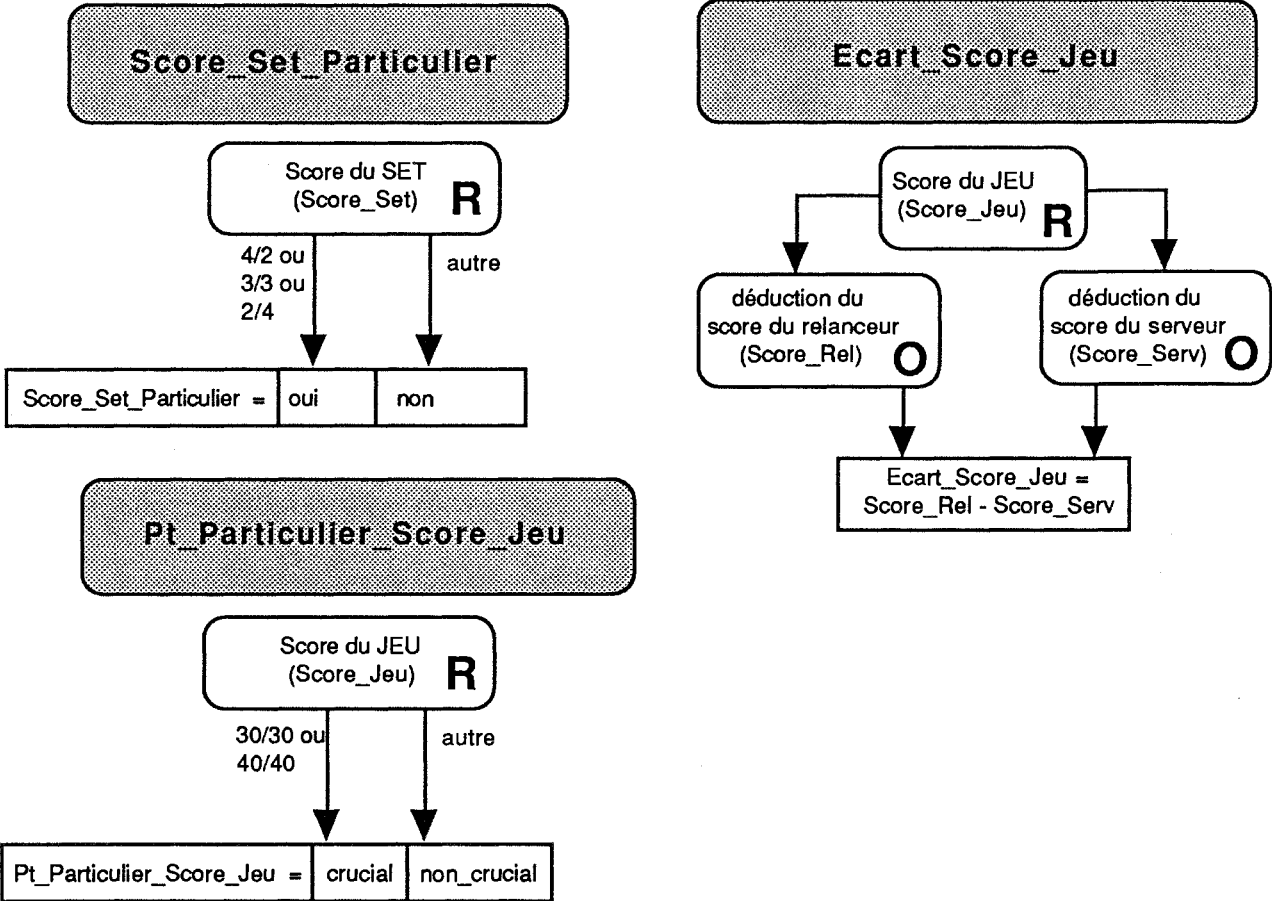
FREQUENCE_SG



REPRESENTATION DES FAITS MANIPULES DANS LA PREMIERE PHASE (sauf faits liés aux scores)



REPRESENTATION DES FAITS MANIPULES DANS LA
PREMIERE PHASE
(faits liés aux scores)



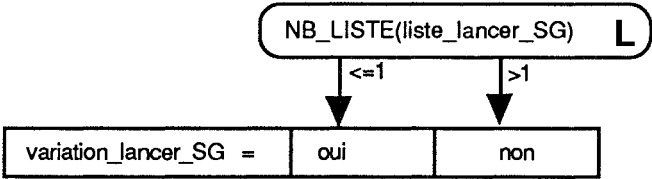
ANALYSES A PARTIR DE LA MATRICE DES LANCERS ET DES LISTES CREES A PARTIR D'ELLE

MATRICE : MAT_LANCER_STRATEGIE[indice_cote,X,Y]

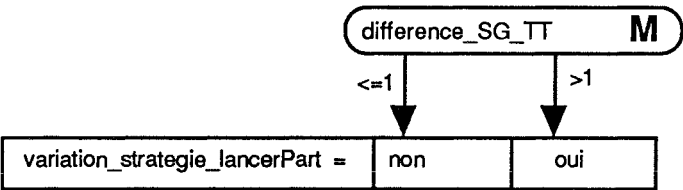
MAT_LANCER_STRAT[x,X,Y]	DEVANT	HAUT	EXCENTRE	ARRIERE	pour
service gagnant	[ind_cotes,1,1]	[ind_cotes,1,2]	[ind_cotes,1,3]	[ind_cotes,1,4]	X = Rstrategie
service gagnant ou point faible	[ind_cotes,2,1]	[ind_cotes,2,2]	[ind_cotes,2,3]	[ind_cotes,2,4]	Y = lancer_balle

ANALYSES MENEES SUR CETTE MATRICE OU LES LISTES RESULTANTES

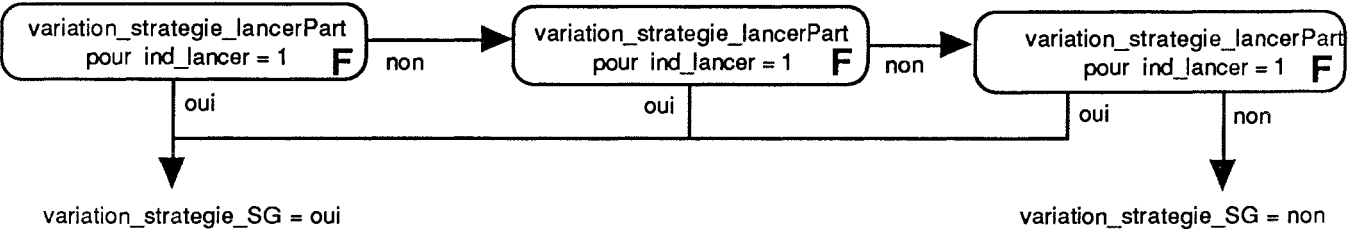
- 1) Construction de la **liste des lancers** utilisés par le serveur lors avec une stratégie de type "service gagnant".
Liste_Lancer_SG = CONSTRUIT_LISTE(Mat_lancer_strategie[ind_cotes,1,Y[1-4]],lancer_balle) pour Y[1-4]>=2
- 2) détermination de **"VARIATION_LANCER_SG"**.
(le serveur est-il capable de faire varier le lancer de balle pour une stratégie de type "SG")
variation_lancer_SG = f(NB_LISTE(liste_lancer_SG))



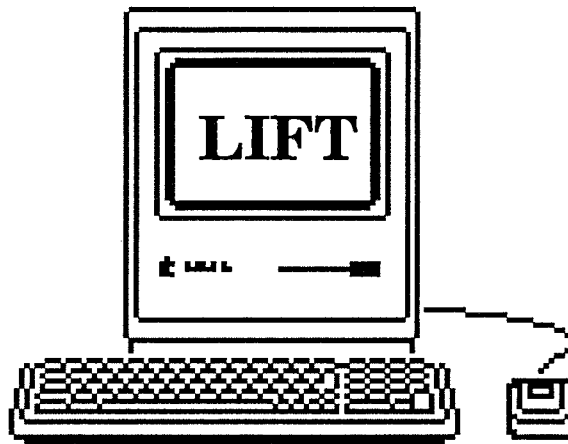
- 3) détermination de **"VARIATION_STRATEGIE_LANCERPART"**
(le serveur est-il capable de faire varier la stratégie pour un lancer particulier)
variation_strategie_lancerPart = f(différence_SG_TOT)
différence_SG_TT = valeur absolue(Mat_Lancer_Strat[ind_cotes,2,ind_lancer] - Mat_Lancer_Strat[ind_cotes,1,ind_lancer])
pour ind_lancer = indice du lancer étudié.



- 4) détermination de **"VARIATION_STRATEGIE_SG"**
(le serveur est-il réputé pouvoir faire varier la stratégie quelque soit le service utilisé)
variation_strategie_SG = f(variation_strategie_lancerPart)

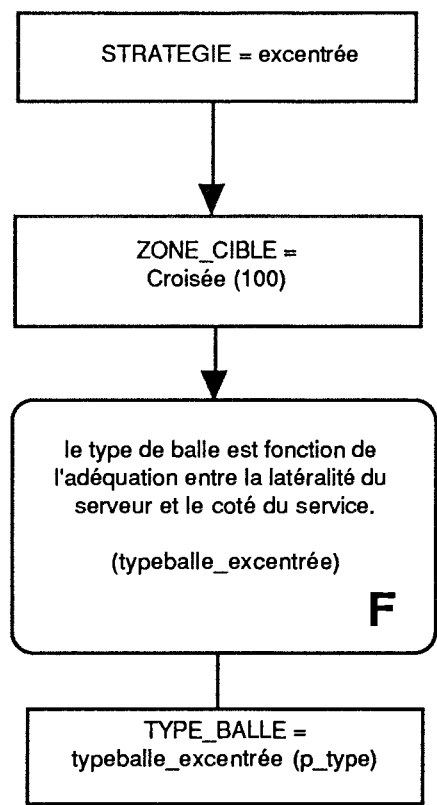


- 5) détermination de **"INDICE_FREQUENCE"** (fréquence d'utilisation de la stratégie SG)
Indice_frequence = (TOTAL(Mat_Lancer_Strat[ind_Cotes,1,Y[1-4]] / TOTAL(Mat_Lancer_Strat[ind_Cotes,2,Y[1-4]])) x 100
- 6) détermination de **"ADEQUATION_LANCERS"**
(le lancer observé est-il dans la liste des lancers caractéristiques de la stratégie SG)
adequation_lancer = APPARTIENT(Lancer_balle,Liste_lancer_SG)

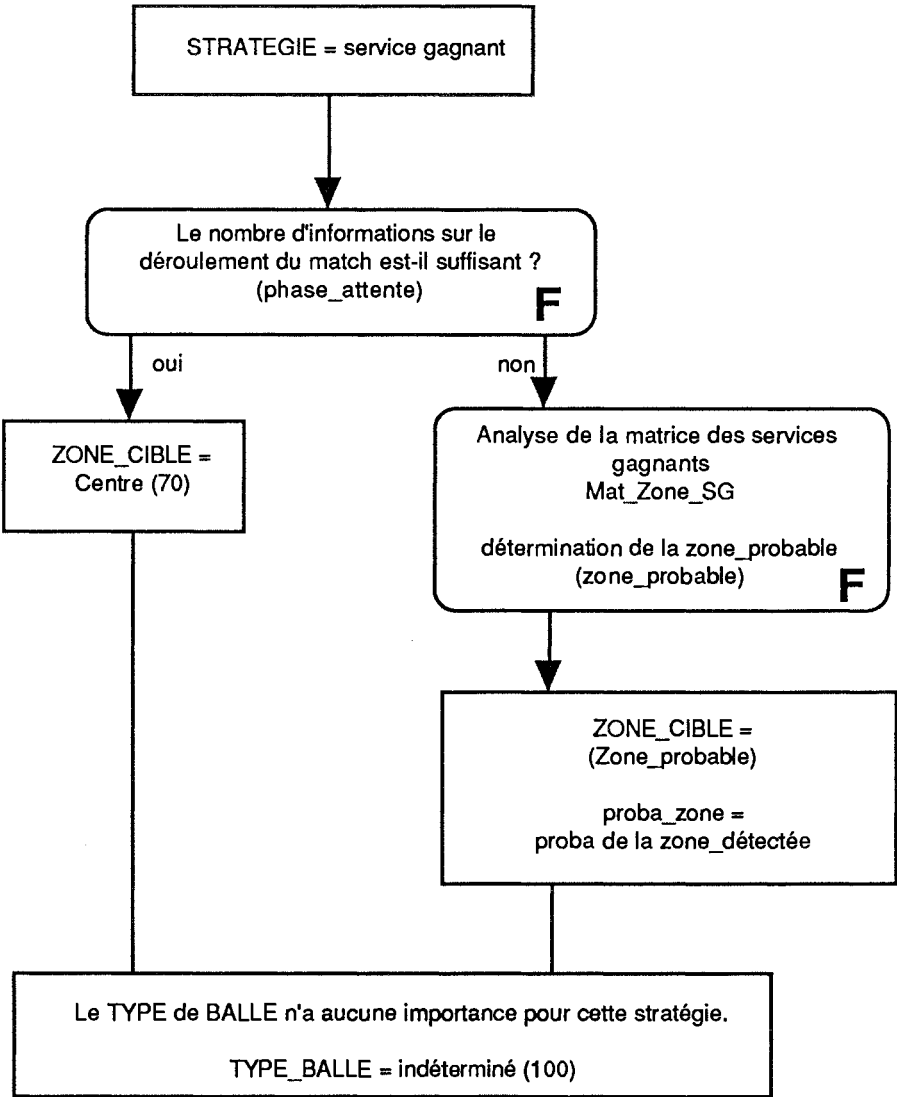


**REPRESENTATION DES
FONCTIONS
ZONE_CIBLE et *TYPE_BALLE***

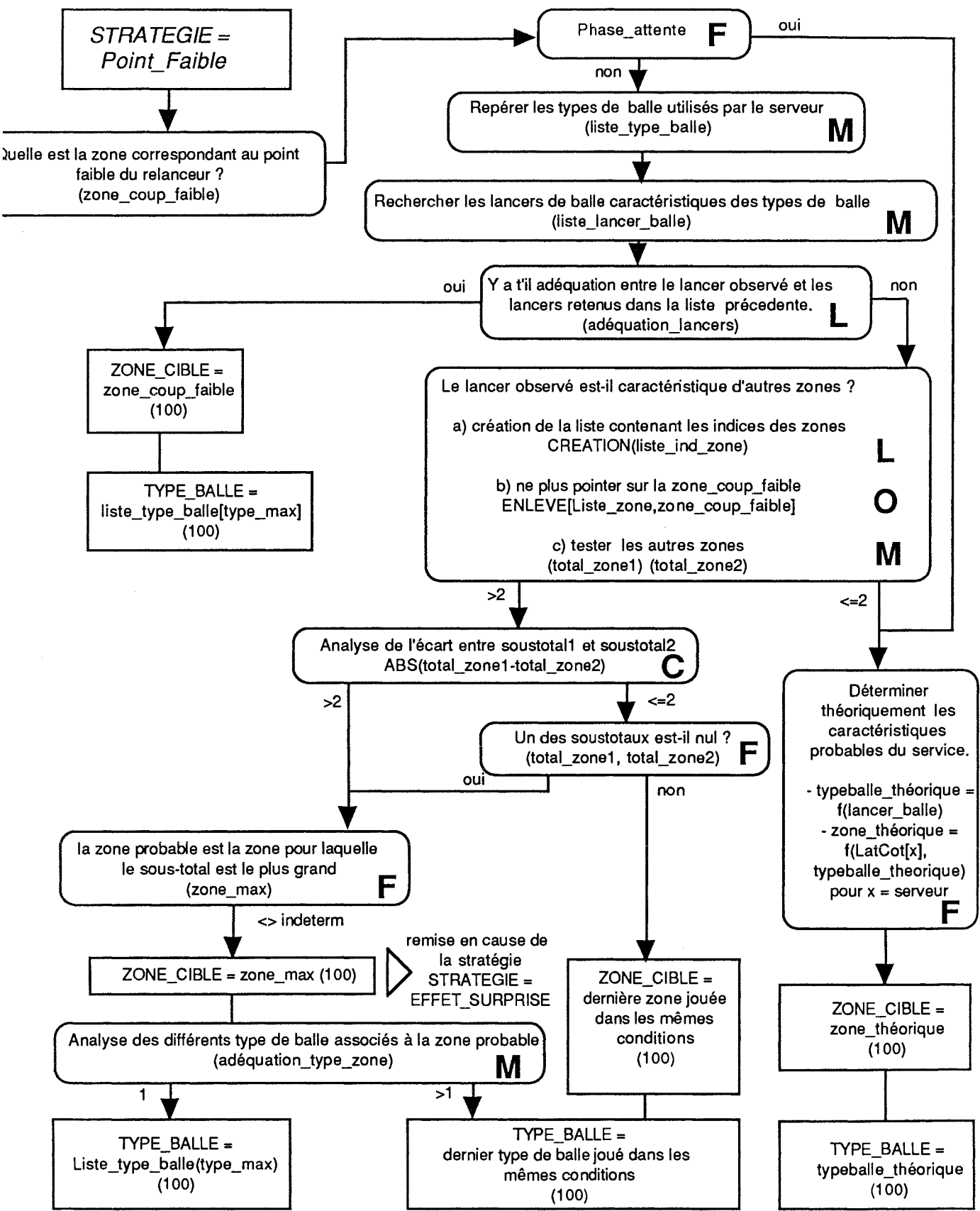
REPRESENTATION DE LA CARACTERISATION
DU SERVICE SUR STRATEGIE EXCENTREE



REPRESENTATION DE LA CARACTERISATION DU SERVICE
SUR STRATEGIE SERVICE GAGNANT

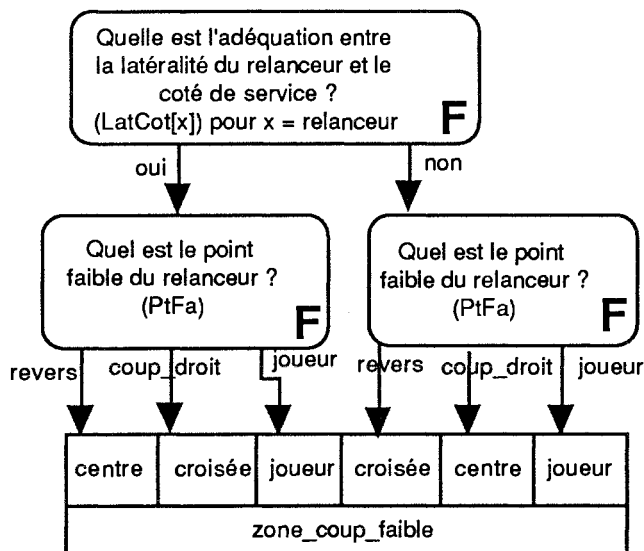


REPRESENTATION DE LA CARACTERISATION DU SERVICE SUR
STRATEGIE DE POINT FAIBLE

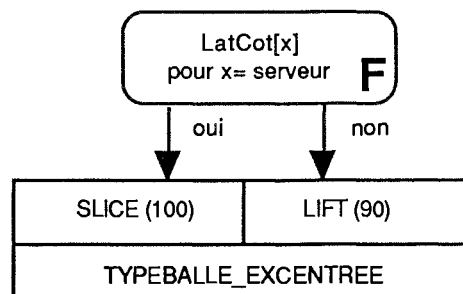


REPRESENTATION DES FONCTIONS UTILISEES DANS LA CARACTERISATION DU SERVICE

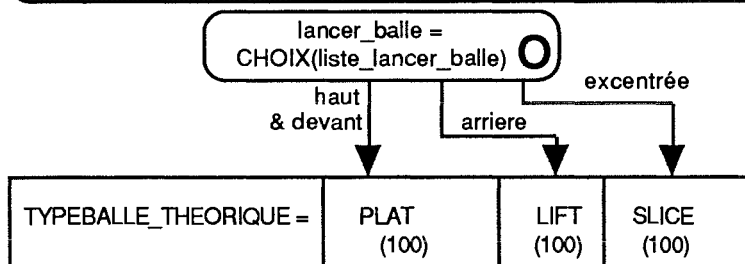
ZONE_COUP_FAIBLE =
f(LatCot[x], PtFa)



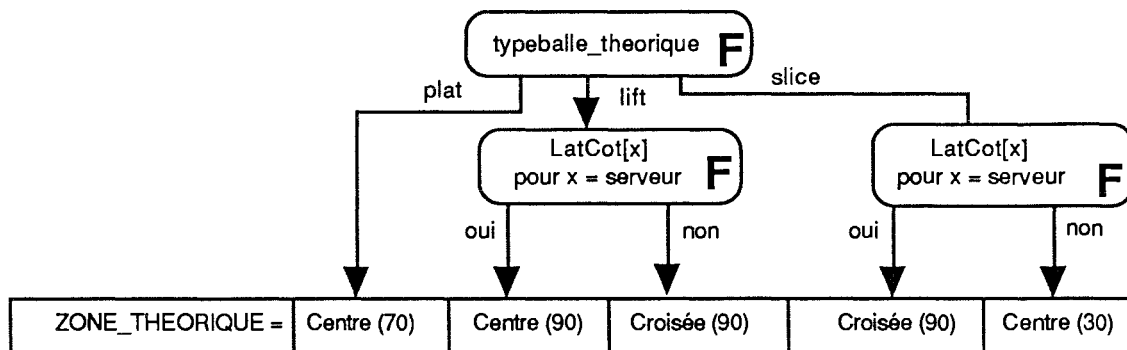
TYPEBALLE_EXCENTREE =
f(LatCot[x]) pour x = serveur



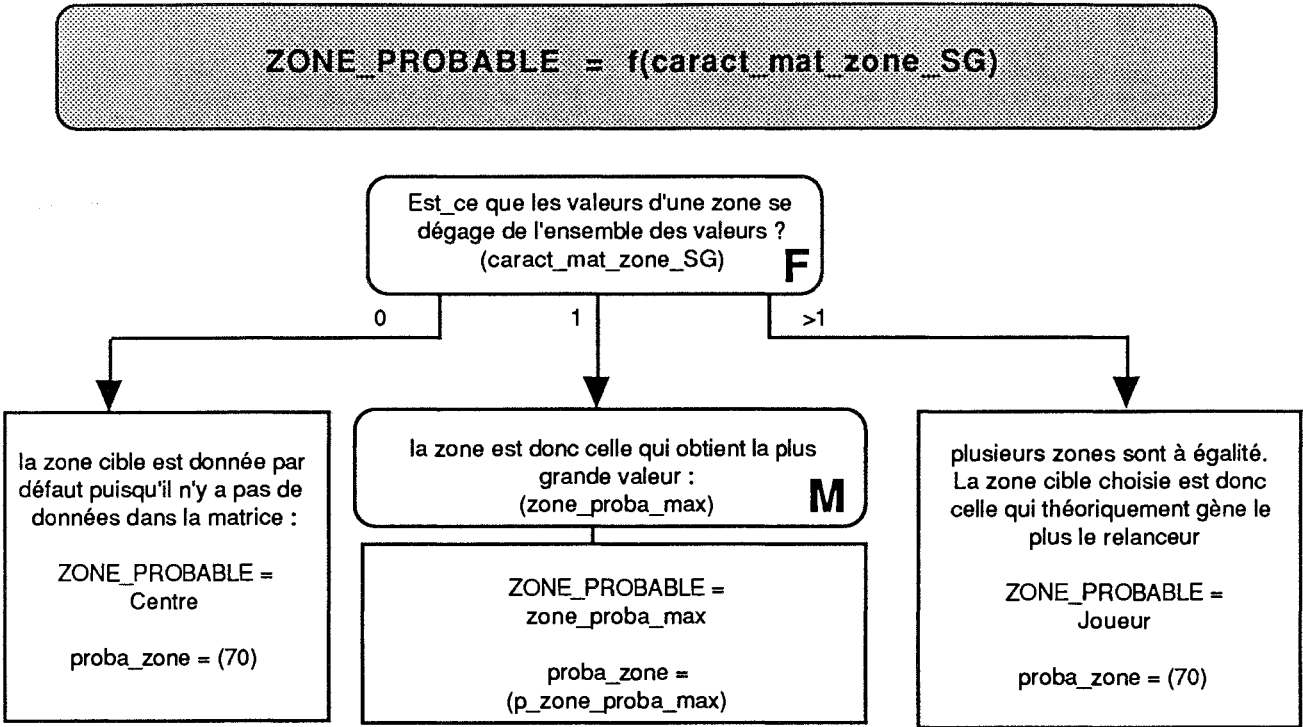
TYPEBALLE_THEORIQUE =
f(lancer_balle)



ZONE_THEORIQUE = f(LatCot[x], typeballe-theorique) pour x = serveur



REPRESENTATION DE "ZONE_PROBABLE"
(caractérisation de la matrice des services gagnants)



MATRICE DE L'UTILISATION DES ZONES SUR SERVICES GAGNANTS

MAT_ZONE_SG[ind_cotes,X]	Centre	Croisée	Joueur	pour X = zone_cible
compteurs	[ind_cotes,1]	[ind_cotes,2]	[ind_cotes,3]	

ANALYSE DE LA MATRICE MAT_ZONE_SG[ind_cotes,X]

- 1) Analyse de la répartition des valeurs de la matrice.
caract_mat_zone_SG = REPARTITION(Mat_zone_SG[ind_cotes,X[1-3]])
- 2) Détermination de la zone ayant la valeur la plus grande dans la matrice
zone_proba_max = MAX(Mat[ind_cotes,X[1-3]],zone_cible)
- 3) détermination de la probabilité liée à la zone_probable_max
p_zone_proba_max =(Mat_zone_SG[ind_cotes,ind_zone_proba] X 100) / TOTAL(Mat_zone_SG[ind_cotes,X[1-3]])
avec ind_zone_proba = INDICE(liste_zone_cible,zone_proba_max) ;

ANALYSE DE LA MATRICE MEMORISANT LES CARACTERISTIQUES DU SERVICE LORS D'UNE STRATEGIE SUR COUP_FAIBLE

MATRICE MAT_CARACT_SERVICE[balle,ind_cotes,X,Y,Z]

	MAT_LANCER_EFFECT[x,y,z]	HAUT	DEVANT	EXCENTRE	ARRIERE	
CENTRE	SLICE					pour : x = balle y = ind_cotes X = zone_cible Y = lancer_balle Z = type_balle
	LIFT					
	PLAT					
CROISEE	SLICE					
	LIFT					
	PLAT					
JOUEUR	SLICE					
	LIFT					
	PLAT					

ANALYSES MENEES SUR CETTE MATRICE (avec x=balle et y= ind_cotes)

1) Construction de la liste des types de balle répondant aux conditions préalables actuelles

Liste_type_balle = CONSTRUIT_LISTE(Mat_Caract_service[x,y,ind_zone_faible,Y[1-4],Z[1-3]], type_balle))
pour TOTAL(Mat_caract_service[x,y,ind_zone_faible),TOTAL(Y[1-4]),Z[1-3])) > 0
avec ind_zone_faible = INDICE(liste_zone_cible,zone_coup_faible)

2) Construction de la liste des lancers caractéristiques des types de balle déterminés dans la liste précédente

Liste_lancer_balle = CONSTRUIT_LISTE(Mat_Caract_service[x,y,ind_zone_faible,Y[1-4],Z[1-3]], lancer_balle))
pour Mat_caract_service[x,y,ind_zone_faible,Y[1-4],liste_type_balle[1-3]] > 0
avec ind_zone_faible = INDICE(liste_zone_cible,zone_coup_faible)

3) le lancer observée fait-il partie de la liste des lancers déterminés par la matrice ?

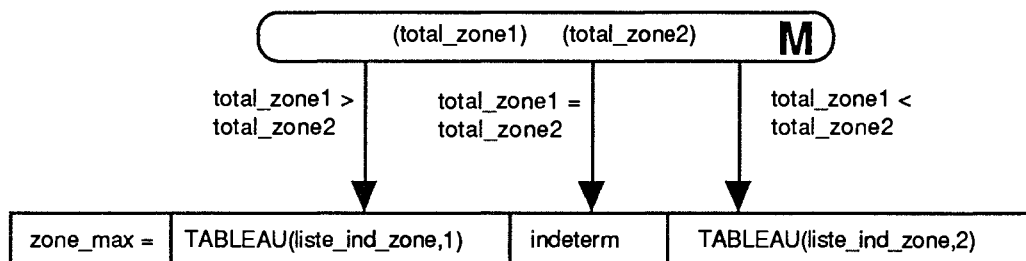
adequation_lancers = APPARTIENT(lancer_balle,liste_lancer_balle)

4) détermination de l'existence de données dans la matrice pour des zones autres que celle du coup-faible

total_zone1 = TOTAL(Mat_caract_service[x,y,liste_ind_zone[1],ind_lancer_balle,Z[1-3]])
total_zone2 = TOTAL(Mat_caract_service[x,y,liste_ind_zone[2],ind_lancer_balle,Z[1-3]])
avec ind_lancer_balle = INDICE(liste_lancer_balle,lancer_balle)

5) détermination de la zone pour laquelle le total_zoneX est le plus élevé

zone_max = f(total_zone1,total_zone2)

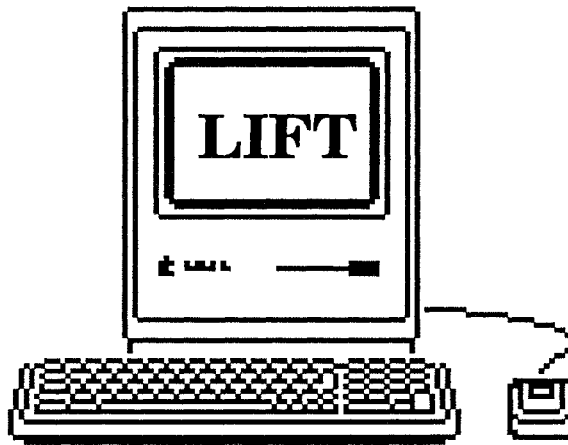


6) analyse des types de balles associés à la cible probable

adequation_type_zone = REPARTITION(Mat_caract_service[x,y,ind_zone_cible,ind_lancer_balle,Z[1-3]])
avec ind_lancer = INDICE(liste_lancer_balle,lancer_balle)
ind_zone = INDICE(liste_zone_cible,zone_cible)

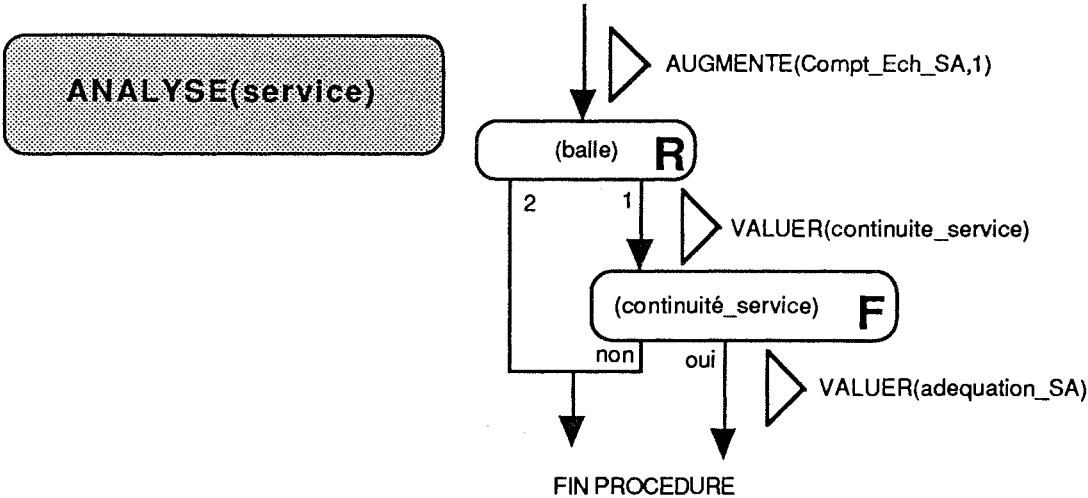
7) détermination du type de balle ayant la plus grande valeur pour un lancer de balle et une zone donnés.

type_max = MAX(Mat_caract_service[x,y,ind_zone_cible,ind_lancer_balle,Z[1-3]],type_balle)
avec ind_lancer = INDICE(liste_lancer_balle,lancer_balle)
ind_zone = INDICE(liste_zone_cible,zone_cible)



REPRESENTATION DES FONCTIONS LIEES A LA SUR_ANALYSE

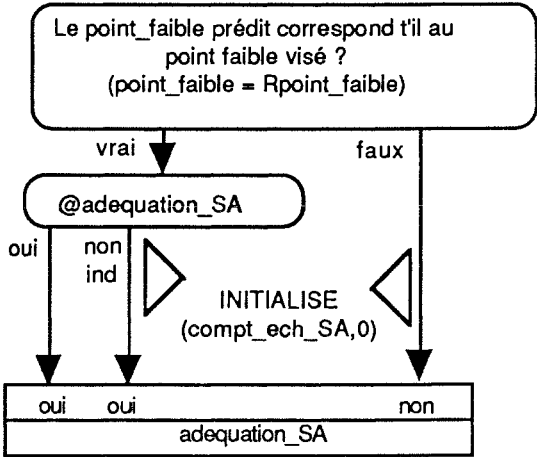
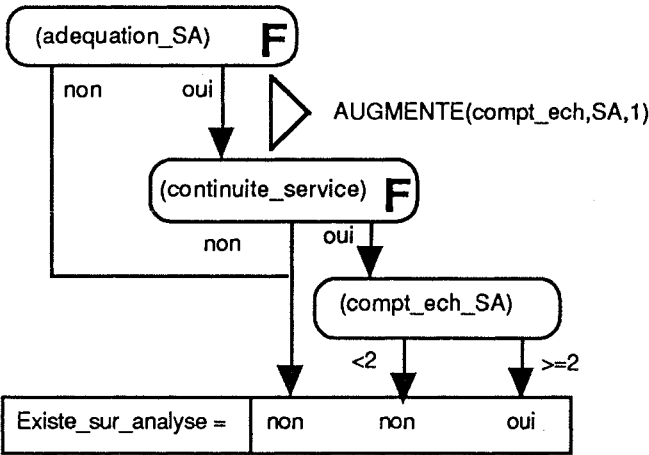
REPRESENTATION DE LA PROCEDURE ANALYSE(service)



REPRESENTATION DES FONCTIONS LIEES A LA SUR-ANALYSE

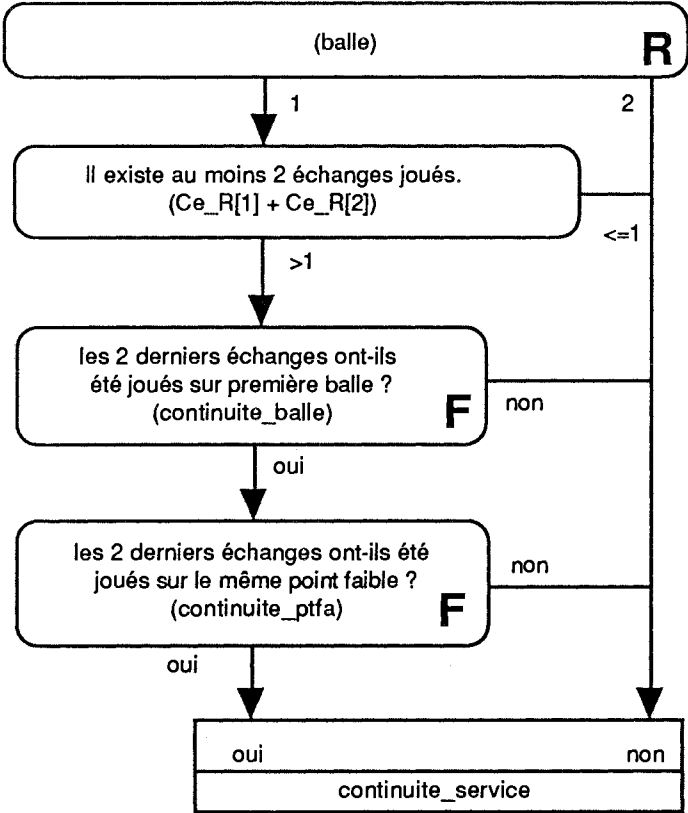
Existe_sur_analyse =
f(adequation_SA,continuite_service,
compt_ech_SA)

Adequation_SA =
f(point_faible,Rpoint_faible)

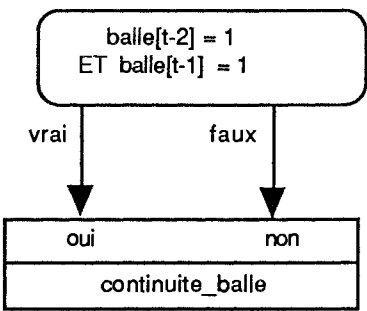


REPRESENTATION DES FONCTIONS LIEES A LA SUR-ANALYSE
(SUITE)

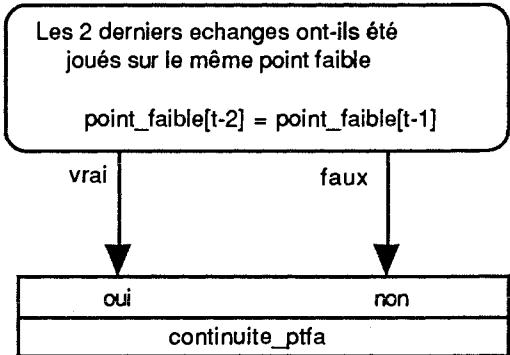
Continueite_service = f(continueite_balle,continueite_ptfa)



continueite_balle = f(balle[t])



Continueite_ptfa = f(point_faible[t])



BIBLIOGRAPHIE



BIBLIOGRAPHIE GÉNÉRALE

ADENIS (J.P.) . - Prise d'information visuelles et tennis. *Medecine du sport*, 1984, 58, 5 : 246 - 287.

ALAIN (A.), LACOMBE (D.) SARRAZIN (C.) . - The use of subjective expected values in decision - making in sport. In : sport and elite performers, D.N LANDERS (ed). Champaign (ill) : human kinetics publishers, 1984 : 1 - 6.

ALAIN (C.), GIRARDIN (Y.) . - The use of uncertainty in racquetball competition. *Canadian journal of applied sports sciences*, 1978, 3 : 240 - 244.

ALAIN (C.), PROTEAU (L.) . - Etudes des variables relatives au traitement de l'information en sports de raquette. *Journal canadien des sciences appliquées aux sports*, 1978, 3 : 27 - 33.

ALAIN (C.), PROTEAU (L.) . - Decision making in sport. In : psychology of motor behavior and sport, C.H.NADEAU, W.HALLIWELL, N.NEWEILL et G.C.ROBERTS (eds). Champaign (ill) : human kinetics publishers, 1980 : 465 - 477.

ALAIN (C.), SARRAZIN (C.) . - Prise de décision et traitement de l'information en squash. *Revue des sciences et techniques des activités physiques et sportives*, 1985, 6, 12 : 49 - 59.

ALAIN (C.), SARRAZIN (C.), LACOMBE (D.) . - The use of subjective expected value in decision - making in sport. In : sport and elite performers, D.N.LANDERS (ed). Champaign (ill) : Human kinetics publishers, 1986 : 1 - 6.

- ANDLER (D.) . - Progrès en situation d'incertitude. *Le débat*, 1987, 47 : 5 - 25.
- AZEMAR (G.) . - Détecter et agir; Une problématique visuo-spatiale soulevée par les sports d'opposition duelle. In : traitement des informations visuelles, prises de décision et réalisation de l'action en sport. H.RIPOLL et G.AZEMAR (eds). Paris : I.N.S.E.P, 1987 : 33 - 98.
- BAINBRIDGE (L.) . - Possibilités oubliées en matière d'habileté et de charge de travail. *Le travail humain*, 1977, 40, 2 : 203 - 224.
- BARD (C.) . - Rapidité et précision des jugements spatiaux, en fonction des variations de trajectoires de balle. *Mouvement*, 1974, 9, 4 : 257 - 264.
- BARD (C.) . - La prise d'information visuelle et la préparation à l'action. In : neurobiologie des comportements moteurs. G.AZEMAR et H.RIPOLL (eds). Paris : I.N.S.E.P, 1982 : 181 - 194.
- BARD (C.), CARRIERE (L.) . - Etude de la prospection visuelle dans des situations problèmes en sport. *Mouvement*, 1975, 10, 1 : 15 - 23.
- BARD (C.), FLEURY (M.) . - Analysis of visual research activity during sport problem situation. *Journal of human movement studies*, 1976a, 2 : 214 - 222.
- BARD (C.), FLEURY (M.) . - Perception visuelle et sports collectifs. *Mouvement*, 1976b, 11, 1 : 23 - 38.
- BARD (C.), GUEZENNEC (Y.), PAPIN (J.P.) . - Escrime. Analyse de l'exploration visuelle. *Médecine du sport*, 1981, 55, 4 : 246 - 253.
- BARTOSZYNSKI (R.), PURI (M.L.) . - Some remarks on strategy in playing tennis. *Behavioral science*, 1981, 26, 4 : 379 - 387.

BEAUBATON (D.) . - Plans et programmes moteurs : quelques principes communs dans le contrôle des systèmes artificiels et biologiques. In : psychologie, intelligence artificielle et automatique, C.BONNET, J.M.HOC et G.TIBERGHEIN (eds). Bruxelles : Mardaga, 1986 : 243 - 254.

BELL (P.C.) . - Analysis of strategies in the canadian football league. *Informatique*, 1982, 20, 2 : 116 - 125.

BONNET (M.) . - Approche chronométrique et réflexologique de la préparation au mouvement., In : éléments de neurobiologie des comportements moteurs, G.AZEMAR et H.RIPOLL (eds). Paris : INSEP, 1982 :

BOUET (M.) . - Stratégies cognitives et décision en vol à voile. *Motricité humaine*, 1983, 0 : 18 - 24 .

BOUTHIER (D.) . - Sports collectifs : contribution à l'analyse de l'activité et éléments pour une formation tactique essentielle. L'exemple du rugby. Mémoire pour le diplôme de l'INSEP. Paris, 1984.

BOUTHIER (D.) . - Analyse des tâches et de l'activité en sports collectifs, anticipation et décisions. In : Tâches, traitement de l'information et comportements dans les A.P.S, A.VOM HOFE (ed). Paris: EAP, 1989 : 193 - 219.

BOUTHIER (D.), SAVOYANT (A.) . - L'analyse des communications dans l'action sportive collective. In : recherches en A.P.S 2. M.LAURENT et P.THERME (eds). Marseille : centre de recherche de l'U.E.R.E.P.S, 1987 : 369 - 377.

CARON (J.), PELCHAT (C.) . - Le hockey, sport collectif : modèle empirique ou théorique. *Mouvement*, 1974, 9, 1 : 33 - 46.

CARRIERE (L.), BRETON (G.) . - L'analyse de tâche et les activités sportives, un exemple : le volley-ball (première partie : principes de base). *Mouvement*, 1976a, 2, 1 : 15 - 21.

CARRIERE (L.), BRETON (G.) . - L'analyse de tâche et les activités sportives, un exemple : le volley-ball (deuxième partie : les applications). *Mouvement*, 1976b, 2, 2 : 15 - 21.

CHATAIN (J.N.), DUSSAUCHOY (A.) . - Systèmes experts, méthodes et outils. Paris : Eyrolles, 1987.

CLARKE (S.R.) . - Tie point strategy in american and international squash and badminton. *Research society*, 1979, 50, 4 : 729 - 734.

DELEPLACE (R.) . - Rugby total, rugby de mouvement. Paris: EPS, 1979.

DEMAILLY (A.), FERNANDEZ (L.) . - Sport et paradigme du " système de traitement de l'information ". *Revue des Sciences et techniques des Activités Physiques et Sportives*, 1985, 6, 12 : 17 - 29.

DENIS (G.) . - De la formalisation des connaissances en natation sportive à la construction d'un outils d'aide à la décision pédagogique par ordinateur. Mémoire de D.E.A en S.T.A.P.S, Université de NANCY 1, 1988.

DENIS (J.F.) . - Etude et réalisation d'une maquette de système expert d'aide à la maintenance d'un haut fourneau. Mémoire de D.E.A, informatique. Université de Nancy 1, CRIN, ENSEM, 1985.

DERIDDER (M.) . - Enregistrement et analyse des comportements exploratoires visuels du gardien de but en situation de penalty. In : recherches en A.P.S 1. M.LAURENT et P.THERME (eds). Marseille : centre de recherche de l'U.E.R.E.P.S, 1985 : 259 - 270.

DE ROSNAY (J.) . - Le microscope. Paris: SEUIL, 1975.

DUREY (A.) . - Quelques données sur l'espace - temps en tennis. In : traitement des informations visuelles, prises de décision et réalisation de l'action en sport. H.RIPOLL et G.AZEMAR (eds). Paris : I.N.S.E.P, 1987 : 106 - 115.

FAMOSE (J.P.) . - Vers une théorie de l'enseignement des habiletés motrices. In: L'enfant par son corps, M.LAURENT et P.THERME (eds). Paris: ACTIO, 1987 : 163 - 198.

FARRENY (H.) . - Les systèmes experts. Principes et exemples. Toulouse : Capadues, 1985.

FINET - GUEVEL (C.) . - Espace d'attaque en judo. mémoire de D.E.A en S.T.A.P.S, Université de Dijon, 1987.

GARNIER (C.) . - L'aspect perceptivo-moteur des sports de balle. Volley-ball : une interprétation psychologique. *Annales de l'ENSEPS*, 1973, 4 : 33 - 37.

GARNIER (C.) . - Réseaux de communication et information en sport collectif. Un exemple : le volley-ball. *Travaux et recherches en EPS*, 1979, 4 : 105 - 115.

GEORGE (C.) . - Interactions entre les connaissances déclaratives et procédurales. In : les automatismes cognitifs, P.PERRUCHET (ed). Bruxelles : Mardaga, 1988 : 103 - 137.

GEORGE (S.L.) . - Optimal strategy in tennis : A simple probabilistic model. *Applied statistics*, 1973, 22, 1 : 97 - 104.

GIRARDIN (Y) . - Micro-informatique et prise de décision en sport. *Science et sports*, 1988, 3 : 263 - 268.

GOUARD (P.) . - Apport de l'informatique dans le domaine de la voile. In : apport de l'informatique à l'éducation physique et sportive. Actes du colloque national. Paris, 1985 : 35 - 40.

GOUARD (P.) . - Un système expert en voile. *Education physique et sport*, 1991, 227 : 12 - 13.

GOULET (C.), FLEURY (M.), BARD (C.) . - La préparation au retour de service au tennis: différences experts - novices. *Sciences et Techniques des Activités Physiques et Sportives*, 1989, 19, 20 : 37 - 42.

GOULET (C.), FLEURY (M.), BARD (C.), YERLES (M.), MICHAUD (D.), LEMIRE (L.) . - Analyse des indices visuels prélevés en réception de service en tennis. *Canadian journal of applied sports sciences*, 1988, 13, 1 : 79 - 87.

GRANDBASTIEN (M.) . - Evolution de l'information : du traitement des données à l'utilisation des connaissances. Actes du colloque Franco - Néerlandais de Royaumont : informatique dans les formations tertiaires, Ministère de l'éducation nationale, 1986.

HATON (J.P.), HATON (M.C.) . - Connaissances et raisonnement. In : intelligence artificielle et bon sens, F.R.BULL (ed). Paris : Masson, 1991 : 153 - 166.

HAUERT (C.A.) . - Apports de la psychologie du développement aux apprentissages sensori-moteurs. In : recherches en A.P.S 2, M.LAURENT et P.THERME (eds). Marseille : centre de recherche de l'U.E.R.E.P.S, 1987 : 89 - 110.

HEBB D.O.) . - The organization of behavior : a neuropsychological theory. New - york : Wiley and sons, 1949.

HELLA (F.) . - Contribution de l'étude du champ visuel à la connaissance de l'espace de travail. *Le travail humain*, 1983, 46, 21, : 11 - 32.

HENNEMANN (M.C.) . - Les ajustements préparatoires. In : Tâches, traitement de l'information et comportements dans les A.P.S, A.VOM HOFE (ed). Paris: EAP, 1989 : 162 - 191.

HENNEMANN (M.C.), KELLER (D.) . - Le comportement préparatoire dans l'exécution d'un geste sportif : le retour de service au tennis. *Motricité humaine*, 1983, 1 : 45 - 49.

HOC (J.M.) . - Le rôle organisateur de la planification dans la résolution de problèmes. *Journal de psychologie*, 1982, 4 : 409 - 432.

HOC (J.M.) . - L'organisation des connaissances pour la résolution de problèmes : vers une formalisation du concept de schéma. In : psychologie, intelligence artificielle et automatique, C.BONNET, J.M.HOC et G.TIBERGHEIN (eds). Bruxelles : Mardaga, 1986 : 37 - 46.

HOFSTADTER (D.) . - Les brins d'une guirlande éternelle. Paris : InterEditions, 1985.

HOLENDER (D.) . - Le concept de préparation à réagir dans le traitement de l'information . In : anticipation et comportement, J.REQUIN (ed). Paris: CNRS, 1980 : 29 - 54.

IRLINGER (P.) . - Des mots ... aux gestes, une étude de la communication dans les sports collectifs. *Annales de l'ENSEPS*, 1974, 6 : 19 - 32.

JEANNEROD (M.) . - Le cerveau machine. Paris : Fayard , 1983.

JONES (C.M.), MILES (T.R.) . - Use of advance cues in predicting the flight of a lawn tennis ball. *Journal of human movement studies*, 1978, 4 : 231 - 235.

KELLER (D.) . - Les ajustements préparatoires à l'exécution du geste sportif (football et tennis). *Cinésiologie*, 1983, 22 : 19 - 25.

KELLER (D.) . - Comportement préparatoire et adaptation au tennis. *Revue des sciences et techniques des activités physiques et sportives*, 1985, 6, 11 : 57 - 63.

KELLER (D.), GOETZ (M.), HENNEMANN (M.C.) . - Ajustements duels spécifiques en sports de balles. *Revue des sciences et techniques des activités physiques et sportives*, 1987, 8, 15 : 31 - 37.

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

KING (H.A.), BAKER (J.A.) . - Statistics analysis of service and match - play strategies in tennis. *Canadian journal of applied sport sciences*, 1979, 4 : 298 - 301.

LAURIERE (J.L.) . - Intelligence artificielle : résolution de problèmes par l'homme et la machine. Paris : Eyrolles, 1987a.

LAURIERE (J.L.) . - Intelligence artificielle : représentation des connaissances. Paris : Eyrolles, 1987b.

LEMOIGNE (J.L.) . - genèse de quelques nouvelles sciences : de l'intelligence artificielle aux sciences de la cognition. In : intelligence des mécanismes, mécanismes de l'intelligence, J.L LEMOIGNE (ed). Paris : Fayard, 1986 : 15 - 54.

LESEUR (H.) . - Etude des réactions visuomotrices chez des escrimeurs de haut-niveau au cours d'une étape d'entraînement. *Science et motricité*, 1989, 8 : 47 - 52.

LE NY (J.F.), RICHARD (J.F.) . - Psychologie, intelligence artificielle et automatique, science cognitive. In : psychologie, intelligence artificielle et automatique, C.BONNET, J.M.HOC et G.TIBERGHEIN (eds). Bruxelles : Mardaga, 1986 : 279 - 298.

LEVY - SCHOEN (A.) . - Mesurer les mouvements des yeux : pour quoi faire ? *Le travail humain*, 1983, 46, 1 : 3 - 9.

LINDSAY (P.H.), NORMAN (D.A.) . - Traitement de l'information et comportement humain. Paris: Vigot, 1980 : 530 - 576.

MENAUT (A.) . - Jeux sportifs collectifs, niveaux de jeu et modèle opératoire. *Motricité humaine*, 1983, 2 : 15 - 21.

- MENAUT (A.) . - Validité et limites du modèle opératoire dans le domaine des jeux sportifs collectifs. *Revue des Sciences et techniques des Activités Physiques et Sportives*, 1984, 5, 10 : 29 - 39.
- MINSKY (M.) . - A framework for representing knowledge. In : the psychology of computer vision, P.H. WINSTON (ed). New - york : McGraw hill, 1975.
- MOREAUX (A.), CHRISTOV (C.), MARINI (J.F.) . - Un outil d'évaluation et de suivi des qualités motrices de l'escrimeur. *Science et motricité*, 1987, 1 : 52 - 55.
- MOUADDIB (N.) . - gestion des informations nuancées : une proposition de modèle et de méthode pour l'identification nuancée d'un phénomène. Thèse de l'université de NANCY 1, CRIN, 1989.
- NEWELL (A.), SHAW (J.C.), SIMON (H.A.) . - Elements of a theory of human problem solving. *Psychological review*, 1958, 65 : 151 - 166.
- NEWELL (A.), SIMON (H.A.) . - Human problem solving. Englewood cliffs (New jersey) : Prentice hall, 1972.
- NEWELL (K.M.) . - Decision process of baseball batters. *Human factors*, 1974, 16, 5 : 520 - 527.
- NGUYEN XUAN (A.) . - Le fonctionnement cognitif : Qu'y a - t - il eu depuis Human Problem Solving de Newell et Simon ? Bulletin de psychologie. 1979, 32, 340 : 625 - 641.
- NGUYEN - XUAN (A.) . - Le système de production. *Revue française de pédagogie*, 1982, 60 : 31 - 41.
- NORMAN (J.M.) . - Dynamic programming in tennis - when to use a fast serve. *Society of operational research*, 1985, 36, 1 : 75 - 77.

- ODY (J.) . - La préaction en tennis. Mémoire pour le diplôme de l'INSEP. Paris, 1981.
- ODY (J.) . - La préaction en tennis. *Motricité humaine* ,1983, 2 : 59 - 65.
- PAPIN (J.P.), METGES (P.J.), HERNANDEZ (C.) . - L'exploration visuelle en radiologie pulmonaire. *Le travail humain*, 1983, 46, 1 : 155 - 162.
- PARLEBAS (P.) . - Jeux sportifs et réseaux de communication motrice. *Education physique et sport*, 1971, 112 : 33 - 40.
- PARLEBAS (P.) . - Un modèle de jeu sportif collectif : le jeu des quatre coins. *Annales de l'ENSEPS*, 1973, 4 : 19 - 30.
- PARLEBAS (P.) . - Analyse mathématique élémentaire d'un jeu sportif. *Mathématiques et sciences humaines*, 1974, 47 : 5 - 35.
- PARLEBAS (P.) . - Contribution à un lexique commenté en science de l'action motrice. Paris : I.N.S.E.P, 1981.
- PARLEBAS (P.) . - Eléments de sociologie du sport. Paris : P.U.F, 1986.
- PARLEBAS (P.) . - Analyse et modélisation du volley-ball de haute compétition. *Science et motricité*, 1988, 4 : 3 - 22.
- PEREZ (J.C.) . - De nouvelles voies vers l'intelligence artificielle : pluridisciplinarité, auto-organisation, réseaux neuronaux. Paris : Masson, 1988.
- PIZZINATO (A.) . - La gestion de l'espace dans la prise de décision du joueur de tennis en situation de retour de service. *Science et motricité*, 1989, 9 : 23 - 27.

- PIZZINATO (A.) . - Tennis, le retour de service : comportements tactiques et principes d'action. *Education physique et sport*, 1990, 225 : 25 - 29.
- PROTEAU (L.), LAURENCELLE (L.) . - Stratégie de décision : effet de la probabilité des événements et du temps accordé sur le temps de réaction au choix et sur le temps de mouvement. *Canadian journal of applied sports sciences*, 1983, 8, 2 : 54 - 62.
- PROTEAU (L.), TEASDALE (N.), LAURENCELLE (L.) . - stratégie de décision en fonction de l'incertitude de l'événement : 2 . latence de la décision et couverture du terrain. *Canadian journal of applied sport sciences*, 1983, 8, 3, : 158 - 168.
- RECOPE (M.) . - La question de la gestion de ressources : positions théoriques. In : APS, développement de la personne et efficience motrice, R.PFISTER (ed). Clermont ferrand : AFRAPS, 1990 : 81 - 95.
- REQUIN (J.) . - spécificité des ajustements préparatoires à l'exécution du programme moteur. In : du contrôle moteur à l'organisation du geste, H.HECAEN et M.JEANNEROD (eds) Paris: masson, 1978 : 84 - 129.
- REQUIN (J.) . - La préparation à l'activité motrice: vers une convergence des problématiques psychologiques et psychobiologiques. In: anticipation et comportement, J.REQUIN (ed). Paris: CNRS, 1980 : 261 - 333.
- REUHLIN (M.) . - Aspects différentiels des conduites de décision. *Bulletin de psychologie*, 1981, 35, 353 : 354 - 364.
- RIPOLL (H.) . - Le traitement des informations de données visuelles dans les situations tactiques en sport. L'exemple du basketball. *Travaux et recherches en EPS*, 1979, 4 : 99 - 104.
- RIPOLL (H.) . - La résolution du conflit sémantique - sensorimoteur en sport. In : traitement des informations visuelles, prises de décision et réalisation de l'action en sport. H.RIPOLL et G.AZEMAR (eds). Paris : I.N.S.E.P, 1987a : 127 - 159.

RIPOLL (H.) . - Stratégies de prises d'information visuelles dans les tâches de résolution de problèmes tactiques en sport. In : traitement des informations visuelles, prises de décision et réalisation de l'action en sport. H.RIPOLL et G.AZEMAR (eds). Paris : I.N.S.E.P, 1987b : 329 - 350.

RIPOLL (H.) . - Stratégies oculomotrices impliquées dans l'exécution des habiletés sportives de précision. In : traitement des informations visuelles, prises de décision et réalisation de l'action en sport. H.RIPOLL et G.AZEMAR (eds). Paris : I.N.S.E.P, 1987c : 301 - 325.

RIPOLL (H.) . - utilisation d'un dispositif vidéo - oculographique d'enregistrement de la direction du regard en situation sportive. *Science et motricité*, 1988, 4 : 26 - 31.

RIPOLL (H.) . - De l'observation du comportement moteur à la description des processus centraux. In : Pratiques sportives et modélisation du geste, V.NOUGIER et J.P.BLANCHI (eds). Grenoble : UFR STAPS, 1990 : 131 - 142.

RIPOLL (H.), PAPIN (J.P.), SIMONET (P.) . - Approche de la fonction visuelle en sport. *Le travail humain*, 1983, 46, 1 : 163 - 173.

RODJONOV (A.V.), TURECKIJ (B.V.) . - Comment les escrimeurs prennent - ils leurs décisions en situation d'interaction de combat ? 1981, traduction I.N.S.E.P, N°426.

ROLLAND (C.), FOUCAULT (O.), BENCI (G.) . - Conception des systèmes d'information : la méthode REMORA. Paris : Eyrolles 1988.

ROSENBLATT (F.) . - Principles of neurodynamics. New - york : Spartan, 1962.

SALMELA (J.H.) . - Manipulation de l'information au volley-ball. *Mouvement*, 1975, 10, 2 : 83 - 95.

SARRAZIN (C.), ALAIN (C.), LACOMBE (D.) . - Simulation study of a decision - making model of squash competition. Phase two : testing the model through the use of computer simulation. *Human movement science*, 1986, 5 : 373 - 391.

SARRAZIN (C.), LACOMBE (D.), ALAIN (C.), JOLY (J.) . - Simulation study of a decision - making model of squash competition, phase one : the analysis of the protocol. *Human movement science*, 1983, 2 : 279 - 306.

SAVOYANT (A.), BOUTHIER (D.) . - Contribution à la caractérisation de l'action collective sportive. In : recherches en A.P.S 1, M.LAURENT et P.THERME (eds). Marseille : centre de recherche de l'U.E.R.E.P.S, 1985 : 281 - 288.

SCHANK (R.), ABELSON (R.) . - Scripts, plans, goals and understanding. Miledale (New-jersey) : Laurence Erlbaum associates, 1977.

SHANNON (C.E.), Mc CARTHY (J.) . - Automata studies. Princeton : Princeton University Press, 1956.

SIMON (H.A.) . - A behavioral model of rational choice *Quarterly journal of economics*, 1955 69, : 99.

SIMON (H.A.) . - Sciences des systèmes, sciences de l'artificiel. Paris : Dunod, 1991.

SIMONET (P.), RIPOLL (H.), PAPIN (J.P.) . - Interêt de l'étude des prise d'informations visuelles en sport. *Cinésiologie*, 23 : 27 - 33.

SMITH (R.G.) . - Decision - making in high level sport. *Sports coach*, 1984, 8, 1 : 24 - 30.

STEIN (J.F.) . - Sports d'opposition, éléments d'analyse pour une pédagogie des prises de décision mémoire INSEP, 1981.

- STEIN (J.F) . - Planification et réalisation de l'action dans les situations sportives d'opposition. In : neurosciences du sport, H.RIPOLL et G.AZEMAR (eds). Paris: INSEP, 1987 : 16 - 32.
- TEMPRADO (J.J.) . - La gestion contradictoire de l'amorce et de l'exécution pour optimiser la précision de la réponse dans une tâche de décision. III^{ème} journées internationales d'automne de l'ACAPS. Poitiers : ACAPS, 1989a : 27 - 29.
- TEMPRADO (J.J.) . - Prise de décision en sport: modalités d'études et données actuelles. *Revue des Sciences et techniques des Activités Physiques et Sportives*, 10, 19, 1989b : 53 - 67.
- TEMPRADO (J.J.), FRANCES (R.) . - Etude des prises de décision en sport : aspects conceptuels et méthodologiques. In : Tâches, traitement de l'information et comportements dans les A.P.S, A.VOM HOFE (ed). Paris: EAP, 1989 : 113 - 159.
- TIBERGHEIN (G.) . - Modèles de l'activité cognitive. In : Psychologie cognitive - modèles et méthodes, J.P CAVERNI et coll (eds). Grenoble : PUG, 1988 : 13 - 26.
- TURING (A.) . - Computing machinery and intelligence. *Mind*, 1950, 59, 236, : 433 - 460.
- VARELA (F.J.) . - Connaître : les sciences cognitives, tendances et perspectives. Paris : Seuil, 1989.
- VOM HOFE (A.) . - Les différences individuelles dans l'analyse des facteurs d'organisation de l'action en sports collectifs. In: Taches, traitement de l'information et comportements dans les A.P.S, A.VOM HOFE (eds). Paris: EAP, 1989 : 221 - 252.
- WELFORD (A.T.) . - La charge mentale de travail comme fonction des exigences de la capacité, de la stratégie et de l'habileté. *Le travail humain*, 1977, 42 , 2 : 283 - 304.

WHITEHEAD (A.N.), RUSSEL (B.) . - Principia mathematica. Cambridge : University press, 1911.

WHITING (H.T.A) . - Sports de balle et apprentissage. Montréal: PUQ, 1979.

WINOGRAD (T.) . - Understanding natural language. New - york : Academic press, 1972.

WINSTON (P.H.) . - Intelligence artificielle. Paris : Interéditions, 1988.

WRIGHT (M.B.) . - Probabilities and decision rules for the game of squash rackets. Journal of operational research society.,1988, 39, 1 : 91 - 99.

YOUNG (L.R.), SHEENA (D.) . - Methods and design. Survey of eye movement recording methods. Behavior research methods and instrumentation, 1975, 7, 5 : 397 - 429.

ZADEH (L.A.) . - "Fuzzy sets". *Information and control*, 1965, 8 : 338 - 353.

ZANONE (P.G.) , HAUERT (C.A.) . - For a cognitive conception of motor process : a provocative standpoint. *Cahiers de psychologie cognitive*, 1987, 7, 2 : 109 - 129.

ANNEXES



ANNEXE 1

LE PROGRAMME LOGIQUE

I - EXEMPLE DE FONCTIONNEMENT DU PROGRAMME LIFT

Pour imager le fonctionnement du programme logique LIFT, nous vous proposons des copies d'écran montrant les phases fondamentales de l'interaction entre le système et l'utilisateur.

Cinq phases seront ainsi présentées :

- a) Phase de déclaration des paramètres de base (invariants).
- b) Phase d'initialisation de variables techniques.
- c) Phase d'analyse d'un échange.
- d) Phase de proposition d'une stratégie, d'une zone et d'un type de balle.
- e) Phase de saisie des résultats réels.

I.1 - Phase de déclaration des paramètres de base.

Certains faits sont considérés comme connus par les joueurs (informations partagées) avant le début de la rencontre. Ces variables nommées paramètres de base sont invariants au cours de la rencontre.

Par l'intermédiaire de fonctions "CHOIX", l'utilisateur va déclarer les valeurs :

- ☐ des variables de latéralité (du serveur et du relanceur);
- ☐ des variables de connaissance préalable du point faible des deux joueurs;
- ☐ de la variable caractérisant le type de terrain.

REMARQUE : Les noms des deux joueurs ne sont pas utiles pour l'analyse de la partie dans la mesure où le système ne cherche pas, dans une base de données, d'informations complémentaires concernant les joueurs.

		PARAMETRES de BASE	
Serveur		Relanceur	
NOM			
J.F. FORT		G.COIN	
LATERALITE			
DROITIER		DROITIER	
POINT FAIBLE			
INDETERMIN		INDETERMIN	
SURFACE			
		BOIS	

Ces éléments sont directement transférés dans la base de faits.

Pour l'instant, le moteur agissant sur les fonctions n'est donc toujours pas activé.

I.2 - Phase d'initialisation des variables techniques.

Le système a besoin d'un certain nombre de renseignements techniques qui ne participent pas directement à l'analyse, mais permettent :

- ❑ de situer l'état du score au moment où commence l'analyse. En effet, le système ne prend en compte que les jeux d'un seul des deux joueurs. Il faut donc tenir compte du fait que le joueur observé ne sert pas dans le premier jeu;
- ❑ de fixer le nombre total de sets comptant pour la rencontre, puisque le règlement permet plusieurs configurations.

L'écran qui apparaît affiche un certain nombre de cellules correspondant aux faits essentiels qui seront manipulés par le moteur. A ce stade, seuls les faits liés aux paramètres de base sont notés.

La variable Type_Terrain a fait l'objet d'un traitement (déclenché algorithmiquement) par la fonction adéquate pour valuer le fait Surf_Ter (caractéristique de la surface du terrain).

Num echang	balle	Nb set
Cote service	Latéralite S DROITIER	Lateralite R DROITIER
Ph_attente	sur_analyse	var service
Lancer_balle	Pos_serveur	Surf_terrain RAPIDE
point faible IND	zone_cp_fa	effet_theoriq
score jeu	score set	score renc
set part (sc)	jeu part (sc)	

Quel est le score set de départ : (format N/N)
 Nombre maxl de sets :

I.3 - Phase d'analyse d'un échange.

Les paramètres de base ainsi que les variables techniques étant fixés, le système peut commencer son analyse. Le moteur est donc activé.

Dans un premier temps, la base des règles du jeu a déterminé le côté de service. Ce fait est, en effet, lié au règlement du tennis. Puis, il a initialisé (procédure CREATION et fonction INITIALISE) les différents scores, ainsi que l'ensemble des variables de périodicité inférieure à celle de la rencontre.

Dans un deuxième temps, le système a tenté de déclencher la fonction principale de conclusion_sur-analyse. Les conditions n'étant pas requises, ce fait a été stocké dans la base de faits et affiché dans la cellule "Sur_Analyse".

La fonction "conclusion_analyse" est donc activée. En l'absence d'information, le revers est considéré comme le Point_Faible (PtFa) du relanceur. La fonction d'analyse de la matrice prévoit, en effet, que cette valeur est prise par défaut tant que la quantité d'informations sur le match n'est pas suffisante.

A un moment de son analyse, le système requiert la participation de l'utilisateur pour valuer un fait ne pouvant pas être déduit. La position du serveur par rapport à la ligne centrale est classée comme un fait résultant d'une prise d'information du relanceur. Ce type de fait enclenche automatiquement une fonction CHOIX(liste).

Num echang 1	balle 1	Nb set 0
Cote service DROITE	Latéralite S DROITIER	Lateralite R DROITIER
Ph_attente	sur_analyse NON	var service NON
Lancer_balle	Pos_serveur	Surf_terrain RAPIDE
point faible REVERS	zone_cp_fa	effet_theoriq
score jeu 00/00	score set 0/0	score renc 0/0
set part (sc)	jeu part (sc)	

Quelle est la zone choisie par le serveur : (CENTRE/EXCENTREE) ?

Le système est maintenant capable de situer le joueur dans l'espace. Les conditions de score, de latéralité, d'adéquation de la latéralité avec le côté du service et de positionnement du serveur étant fixés, il envisage la recherche d'une stratégie probable.

L'analyse se poursuit avec une question sur le lancer de balle. Ce fait est un passage obligé puisque cette prise d'information conditionne en grande partie les déductions.

Tout au long de cette analyse, les faits traités seront affichés dans leur cellule. Les cellules des faits ignorés (non déterminés) resteront vierges ou recevront la mention "IND" si le fait en question n'est pas valué par le système mais a été manipulé lors d'une analyse antérieure.

S

Num echang 1	balle 1	Nb set 0
Cote service DROITE	Latéralite S DROITIER	Lateralite R DROITIER
Ph_attente	sur_analyse NON	var service NON
Lancer_balle	Pos_serveur CENTRE	Surf_terrain RAPIDE
point faible REVERS	zone_cp_fa	effet_theoriq
score jeu 00/00	score set 0/0	score renc 0/0
set part (sc)	jeu part (sc)	

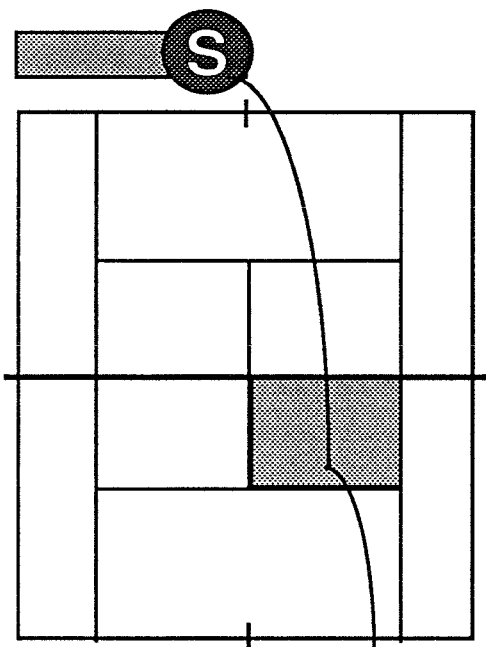
Quel LANCER DE BALLE observez vous ?
(DEVANT/HAUT/EXCENTRE/ARRIERE/NON_CARACT)

I.4 - Phase de proposition des déductions.

Les deux faits résultant d'une prise d'informations ont été transférés dans la base de faits. Aucune autre question ne pourra donc être posée. LIFT doit donc déterminer, chronologiquement :

- ❑ la stratégie probable,
- ❑ la zone visée;
- ❑ le type de balle associé à cette zone, sauf en cas de stratégie dite du "service gagnant".

Il propose donc ses déductions en les accompagnant d'un pourcentage de probabilité marquant son degré de confiance vis à vis des informations qu'il a pu traiter.



Num echang 1	balle 1	Nb set 0
Cote service DROITE	Latéralite S DROITIER	Lateralite R DROITIER
Ph_attente OUI	sur_analyse NON	var service NON
Lancer_balle HAUT	Pos_serveur CENTRE	Surf_terrain RAPIDE
point faible REVERS	zone_cp_fa	effet_theoriq
score jeu 00/00	score set 0/0	score renc 0/0
set part (sc)	jeu part (sc) NON	

PROPOSITION :

STRATEGIE : SERVICE GAGNANT (70)

ZONE-CIBLE : CENTRE (70)

TYPE-BALLE : INDETERM (100)

I.5 - Phase d'évaluation de l'échange.

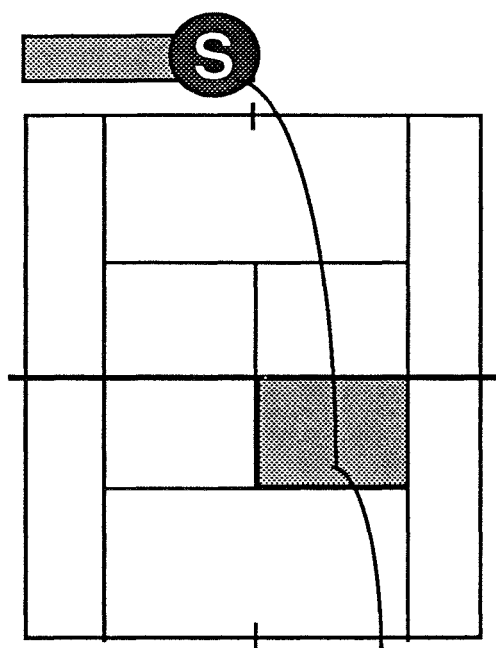
LIFT cherche maintenant à connaître les caractéristiques réelles de l'échange. Cette évaluation lui permettra "d'apprendre" les habitudes des joueurs (MISE_A_JOUR des matrices).

Dans un premier temps, il demande à l'utilisateur de caractériser l'échange :

- ☐ l'échange s'est terminé par la victoire du serveur;
- ☐ l'échange s'est terminé par la victoire du relanceur;
- ☐ la balle est LET. Il faut "oublier" les informations acquises (en fonction de leur périodicité) et relancer l'analyse.
- ☐ la balle est faute. Il faut remettre une deuxième balle en jeu si une seule balle a été jouée.

Dans un deuxième temps, si l'échange est réputé terminé positivement (le serveur ou le relanceur marque le point), l'utilisateur devra caractériser le service lui-même :

- ☐ le service a-t-il mis le serveur en position favorable ?
- ☐ le service a-t-il mis le serveur en position défavorable ?
- ☐ impossibilité à déterminer l'avantage donné par le service (neutre).



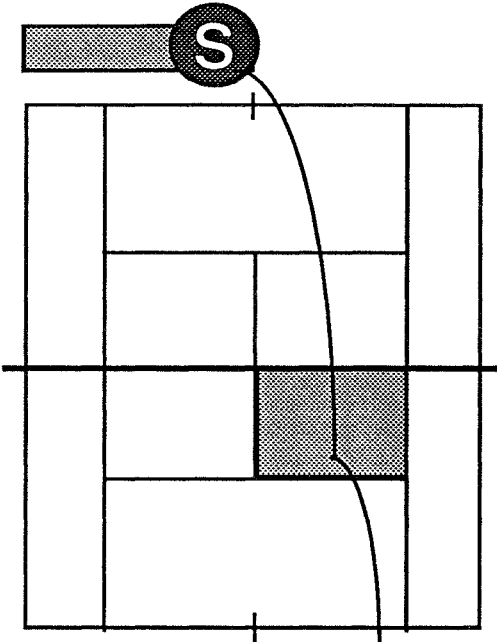
Num echang 1	balle 1	Nb set 0
Cote service DROITE	Latéralite S DROITIER	Laterality R DROITIER
Ph_attente OUI	sur_analyse NON	var service NON
Lancer_balle HAUT	Pos_serveur CENTRE	Surf_terrain RAPIDE
point faible REVERS	zone_cp_fa	effet_theoriq
score jeu 00/00	score set 0/0	score renc 0/0
set part (sc)	jeu part (sc)	
	NON	

CARACTERISER LE SERVICE :
(POS. FAVORABLE/DEFAVORABLE/NEUTRE) ?

CARACTERISER L'ECHANGE :
(LE SERVEUR MARQUE/LE RELANCEUR MARQUE/BALLE LET/FAUTE)

Muni de ces informations, le système demande à l'utilisateur de caractériser les éléments du service :

- ☐ la stratégie réellement mise en oeuvre;
- ☐ la zone cible réellement visée;
- ☐ le type de balle réellement utilisé par le serveur.



Num echang 1	balle 1	Nb set 0
Cote service DROITE	Latéralite S DROITIER	Lateralite R DROITIER
Ph_attente OUI	sur_analyse NON	var service NON
Lancer_balle HAUT	Pos_serveur CENTRE	Surf_terrain RAPIDE
point faible REVERS	zone_cp_fa	effet_theoriq
score jeu 00/00	score set 0/0	score renc 0/0
set part (sc)	jeu part (sc)	
	NON	

PROPOSITION :

STRATEGIE : SERVICE GAGNANT (70)

ZONE-CIBLE : CENTRE (70)

TYPE-BALLE : INDETERM (100)

RESULTATS :

STRATEGIE EMPLOYEE : PT_FAIBLE

POINT FAIBLE : REVERS

ZONE_CIBLE : CENTRE

TYPE_BALLE : PLAT

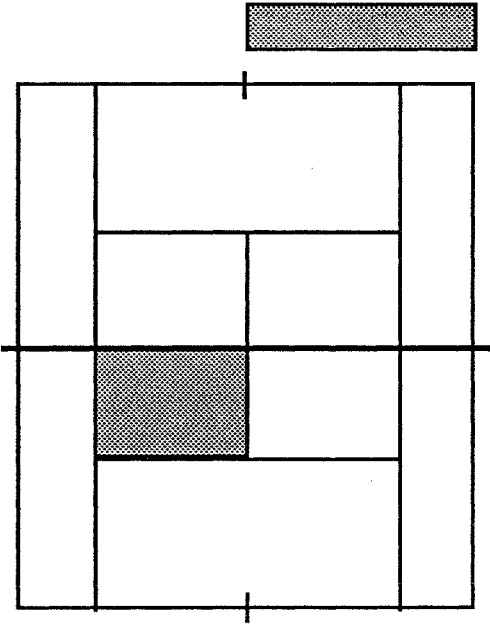
Si l'échange n'est pas terminé et qu'une deuxième balle est engagée, le système va d'abord initialiser les variables de périodicité égale à la phase considérée, puis enclenchera une autre analyse.

Si l'échange est terminé, LIFT procède aux opérations suivantes :

- ☐ mémorisation des résultats (pour une utilisation possible en phase de sur-analyse);
- ☐ analyse des trois derniers échanges pour connaître la constance des coups tentés (variable "variation_service");
- ☐ mise à jour des matrices à partir des dernières informations données par l'utilisateur;

- ❑ mise à jour des variables "compteurs" et des variables "scores";
- ❑ déclenchement des fonctions de la base des règles du jeu pour construire les conditions du nouvel échange. (notamment côté du service).

LIFT est maintenant prêt pour analyser un deuxième échange, en tenant compte de son histoire.



The diagram shows a tennis court layout. A shaded rectangular area in the center represents the service box. A horizontal line across the court indicates the net. Above the court, a shaded rectangle represents the ball's position. A vertical line on the right side of the court indicates the center line.

Num echang 2	balle 1	Nb set 0
Cote service GAUCHE	Latéralite S DROITIER	Lateralite R DROITIER
Ph_attente OUI	sur_analyse NON	var service NON
Lancer_balle	Pos_serveur	Surf_terrain RAPIDE
point faible REVERS	zone_cp_fa	effet_theoriq
score jeu 15/00	score set 0/0	score renc 0/0
set part (sc)	jeu part (sc)	

Quelle est la zone choisie par le serveur : (CENTRE/EXCENTREE) ?

II - EVOLUTION DE LA BASE DE FAITS LORS D'UNE RENCONTRE

Les fiches suivantes montrent l'évolution de la base de faits dans le temps, pour les cinquante trois premiers échanges (les deux premiers sets) d'une rencontre.

Comme pour les affichages écrans, nous retrouverons le codage suivant :

- ☐ lorsque que la fonction déduisant un fait n'a pas été activé pour l'échange considéré, sa valeur dans la base de fait est *IND.*
- ☐ lorsque la fonction déduisant un fait a été activée pour l'échange considéré, sa valeur dans son domaine propre est inscrite.

On notera également que la plupart des matrices sont doublées pour représenter d'une manière moins lourde la dimension "côté de service". La première partie du tableau d'une matrice correspond donc au côté DROITE tandis que la deuxième partie correspond logiquement au côté GAUCHE.

VARIABLES GENERALES

N° ECHANGE	Ce R[droite]	Ce R[gauche]	Nb SET	BALLE	PHASE ATT	SUR ANAL
1	1	0	0	1	oui	non

VARIABLES COTES SERVICE & LATERALITE

COTE S	LATS	LATR	RapLat	LatCot/S	LatCot/R	
droite	droitier	droitier	identique	oui	oui	

VARIABLES OBSERVES & VARIABLES DE TERRAIN

POS SERV	LANCER BALLE	TYPE TERRAIN	SURF TER
centrée	haut	bois	rapide

VARIABLES LIEES AUX SCORES

SCORE JEU	SCORE SET	SCORE REN	SET PART	JEU PART	PERTE Pro
15/00	0/0	0/0	non	non crucial	IND

VARIABLES LIEES A LA STRATEGIE DU SERVICE GAGNANT

VAR LANCER	VAR STRAT	VAR PT PART	CARACT SERV
IND	IND	IND	IND
FREQUENCE	LISTE LANCER SG		
IND	IND	IND	IND

VARIABLES LIEES A LA STRATEGIE DU POINT FAIBLE

CONNAIS.PTFA	PTFA	ZONE COUP FB	EFFET THEORIQ
non	revers	centrée	IND

VARIABLES CONTENANT LES PREVISIONS

STRATEGIE	ZONE CIBLE	TYPE BALLE	
serv. gagnant (70)	centre (100)	IND (100)	

VARIABLES RESULTATS

VAL SERV	GAGNANT	STRATEG	PTFA REEL	ZONE CIBL	TYPE BAL
pos fav	serveur	pt faible	revers	centre	plat

MATRICE MAT LANCER STRAT (droite/gauche)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SG	0	0	0	0	0	0	0	0
PF+SG	0	1	0	0	0	0	0	0

MATRICE MAT ZONE SG

	centre	croisee	joueur		centre	croisee	joueur
droite	0	0	0	gauche	0	0	0

MATRICE MAT CARACT_SERVICE

----- POUR ZONE CIBLE = CENTRE (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	0	0	0	0	0	0	0	0
LIFT	0	0	0	0	0	0	0	0
PLAT	0	1	0	0	0	0	0	0

----- POUR ZONE CIBLE = CROISEE (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	0	0	0	0	0	0	0	0
LIFT	0	0	0	0	0	0	0	0
PLAT	0	0	0	0	0	0	0	0

----- POUR ZONE CIBLE = JOUEUR (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	0	0	0	0	0	0	0	0
LIFT	0	0	0	0	0	0	0	0
PLAT	0	0	0	0	0	0	0	0

MATRICE DES POINTS FAIBLES MAT PTFA

droite	revers	cp_droit	joueur	gauche	revers	cp_droit	joueur
Pos_fav	1	0	0	pos fav	0	0	0
defav	0	0	0	defav	0	0	0

VARIABLES GENERALES

N° ECHANGE	Ce_R[droite]	Ce_R[gauche]	Nb SET	BALLE	PHASE ATT	SUR_ANAL
2	1	1	0	2	oui	non

VARIABLES COTES SERVICE & LATERALITE

COTE S	LATS	LATR	RapLat	LatCot/S	LatCot/R	
gauche	droitier	droitier	identique	non	non	

VARIABLES OBSERVES & VARIABLES DE TERRAIN

POS SERV	LANCER BALLE	TYPE TERRAIN	SURF TER
centrée	devant	bois	rapide

VARIABLES LIEES AUX SCORES

SCORE JEU	SCORE SET	SCORE REN	SET PART	JEU PART	PERTE Pro
15/15	0/0	0/0	non	non crucial	IND

VARIABLES LIEES A LA STRATEGIE DU SERVICE GAGNANT

VAR LANCER	VAR STRAT	VAR PT PART	CARACT SERV
IND	IND	IND	IND
FREQUENCE	LISTE LANCER SG		
IND	IND	IND	IND

VARIABLES LIEES A LA STRATEGIE DU POINT FAIBLE

CONNAIS.PTFA	PTFA	ZONE COUP_FB	EFFET THEORIQ
non	revers	croisée	IND

VARIABLES CONTENANT LES PREVISIONS

STRATEGIE	ZONE_CIBLE	TYPE_BALLE	
pt faible (100)	croisée (100)	plat (100)	

VARIABLES RESULTATS

VAL SERV	GAGNANT	STRATEG	PTFA REEL	ZONE CIBL	TYPE BAL
faute	relanceur	IND	IND	IND	IND

MATRICE MAT_LANCER_STRAT (droite/gauche)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SG	0	0	0	0	0	0	0	0
PF+SG	0	1	0	0	0	0	0	0

MATRICE MAT_ZONE_SG

	centre	croisee	joueur		centre	croisee	joueur
droite	0	0	0	gauche	0	0	0

MATRICE MAT_CARACT_SERVICE

----- POUR ZONE_CIBLE = CENTRE (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	0	0	0	0	0	0	0	0
LIFT	0	0	0	0	0	0	0	0
PLAT	0	1	0	0	0	0	0	0

----- POUR ZONE_CIBLE = CROISEE (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	0	0	0	0	0	0	0	0
LIFT	0	0	0	0	0	0	0	0
PLAT	0	0	0	0	0	0	0	0

----- POUR ZONE_CIBLE = JOUEUR (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	0	0	0	0	0	0	0	0
LIFT	0	0	0	0	0	0	0	0
PLAT	0	0	0	0	0	0	0	0

MATRICE DES POINTS FAIBLES MAT_PTFA

droite	revers	cp_droit	joueur	gauche	revers	cp_droit	joueur
Pos fav	1	0	0	pos fav	0	0	0
defav	0	0	0	defav	0	0	0

VARIABLES GENERALES

N° ECHANGE	Ce_R[droite]	Ce_R[gauche]	Nb SET	BALLE	PHASE ATI	SUR ANAL
3	2	1	0	1	oui	non

VARIABLES COTES SERVICE & LATERALITE

COTE S	LATS	LATR	RapLat	LatCot/S	LatCot/R	
droite	droitier	droitier	identique	oui	oui	

VARIABLES OBSERVES & VARIABLES DE TERRAIN

POS_SERV	LANCER_BALLE	TYPE_TERRAIN	SURF_TER
centrée	haut	bois	rapide

VARIABLES LIEES AUX SCORES

SCORE JEU	SCORE SET	SCORE REN	SET PART	JEU PART	PERTE Pro
30/15	0/0	0/0	non	non crucial	IND

VARIABLES LIEES A LA STRATEGIE DU SERVICE GAGNANT

VAR LANCER	VAR STRAT	VAR PT PART	CARACT SERV
IND	IND	IND	IND
FREQUENCE	LISTE LANCER SG		
IND	IND	IND	IND

VARIABLES LIEES A LA STRATEGIE DU POINT FAIBLE

CONNAIS.PTFA	PTFA	ZONE COUP_FB	EFFET THEORIQ
non	revers	IND	IND

VARIABLES CONTENANT LES PREVISIONS

STRATEGIE	ZONE CIBLE	TYPE_BALLE	
service gagnant (70)	centre (70)	IND (100)	

VARIABLES RESULTATS

VAL SERV	GAGNANT	STRATEG	PTFA REEL	ZONE CIBL	TYPE BAL
pos fav	serveur	pt faible	revers	centre	slice

MATRICE MAT_LANCER STRAT (droite/gauche)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SG	0	0	0	0	0	0	0	0
PF+SG	0	2	0	0	0	0	0	0

MATRICE MAT_ZONE SG

	centre	croisee	joueur		centre	croisee	joueur
droite	0	0	0	gauche	0	0	0

MATRICE MAT_CARACT_SERVICE

----- POUR ZONE_CIBLE = CENTRE (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	0	1	0	0	0	0	0	0
LIFT	0	0	0	0	0	0	0	0
PLAT	0	1	0	0	0	0	0	0

----- POUR ZONE_CIBLE = CROISEE (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	0	0	0	0	0	0	0	0
LIFT	0	0	0	0	0	0	0	0
PLAT	0	0	0	0	0	0	0	0

----- POUR ZONE_CIBLE = JOUEUR (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	0	0	0	0	0	0	0	0
LIFT	0	0	0	0	0	0	0	0
PLAT	0	0	0	0	0	0	0	0

MATRICE DES POINTS FAIBLES MAT_PTFA

droite	revers	cp_droit	joueur	gauche	revers	cp_droit	joueur
Pos fav	2	0	0	pos fav	0	0	0
defav	0	0	0	defav	0	0	0

VARIABLES GENERALES

N° ECHANGE	Ce_R[droite]	Ce_R[gauche]	Nb SET	BALLE	PHASE ATT	SUR ANAL
4	2	2	0	1	oui	non

VARIABLES COTES SERVICE & LATERALITE

COTE S	LATS	LATR	RapLat	LatCot/S	LatCot/R	
gauche	droitier	droitier	identique	non	non	

VARIABLES OBSERVES & VARIABLES DE TERRAIN

POS SERV	LANCER BALLE	TYPE TERRAIN	SURF TER
centrée	haut	bois	rapide

VARIABLES LIEES AUX SCORES

SCORE JEU	SCORE SET	SCORE REN	SET PART	JEU PART	PERTE Pro
30/30	0/0	0/0	non	non crucial	IND

VARIABLES LIEES A LA STRATEGIE DU SERVICE GAGNANT

VAR LANCER	VAR STRAT	VAR PT PART	CARACT SERV
IND	IND	IND	IND
FREQUENCE	LISTE LANCER SG		
IND	IND	IND	IND

VARIABLES LIEES A LA STRATEGIE DU POINT FAIBLE

CONNAIS.PTFA	PTFA	ZONE COUP FB	EFFET THEORIQ
non	revers	croisée	IND

VARIABLES CONTENANT LES PREVISIONS

STRATEGIE	ZONE CIBLE	TYPE BALLE	
pt faible (56)	croisée (100)	plat (100)	

VARIABLES RESULTATS

VAL SERV	GAGNANT	STRATEG	PTFA REEL	ZONE CIBL	TYPE BAL
pos défav	relanceur	pt faible	joueur	joueur	lift

MATRICE MAT_LANCER_STRAT (droite/gauche)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SG	0	0	0	0	0	0	0	0
PF+SG	0	2	0	0	0	1	0	0

MATRICE MAT_ZONE SG

	centre	croisee	joueur		centre	croisee	joueur
droite	0	0	0	gauche	0	0	0

MATRICE MAT_CARACT_SERVICE

----- POUR ZONE_CIBLE = CENTRE (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	0	1	0	0	0	0	0	0
LIFT	0	0	0	0	0	0	0	0
PLAT	0	1	0	0	0	0	0	0

----- POUR ZONE_CIBLE = CROISEE (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	0	0	0	0	0	0	0	0
LIFT	0	0	0	0	0	0	0	0
PLAT	0	0	0	0	0	0	0	0

----- POUR ZONE_CIBLE = JOUEUR (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	0	0	0	0	0	0	0	0
LIFT	0	0	0	0	0	1	0	0
PLAT	0	0	0	0	0	0	0	0

MATRICE DES POINTS FAIBLES MAT_PTFA

droite	revers	cp_droit	joueur	gauche	revers	cp_droit	joueur
Pos fav	2	0	0	pos_fav	0	0	0
defav	0	0	0	defav	0	0	1

VARIABLES GENERALES

N° ECHANGE	Ce_R[droite]	Ce_R[gauche]	Nb SET	BALLE	PHASE_ATT	SUR_ANAL
5	3	2	0	2	oul	non

VARIABLES COTES SERVICE & LATERALITE

COTE_S	LATS	LATR	RapLat	LatCot/S	LatCot/R	
droite	droitier	droitier	Identique	oul	oul	

VARIABLES OBSERVES & VARIABLES DE TERRAIN

POS_SERV	LANCER_BALLE	TYPE_TERRAIN	SURF_TER
centrée	arrière	bois	rapide

VARIABLES LIEES AUX SCORES

SCORE_JEU	SCORE_SET	SCORE_REN	SET_PART	JEU_PART	PERTE_Pro
30/40	0/0	0/0	non	non crucial	IND

VARIABLES LIEES A LA STRATEGIE DU SERVICE GAGNANT

VAR_LANCER	VAR_STRAT	VAR_PT_PART	CARACT_SERV
IND	IND	IND	IND
FREQUENCE	LISTE_LANCER_SG		
IND	IND	IND	IND

VARIABLES LIEES A LA STRATEGIE DU POINT FAIBLE

CONNAIS_PTFA	PTFA	ZONE_COUP_FB	EFFET_THEORIQ
non	revers	centre	IND

VARIABLES CONTENANT LES PREVISIONS

STRATEGIE	ZONE_CIBLE	TYPE_BALLE	
pt faible (100)	centre (100)	lift (100)	

VARIABLES RESULTATS

VAL_SERV	GAGNANT	STRATEG	PTFA_REEL	ZONE_CIBL	TYPE_BAL
pos défav	relanceur	pt faible	joueur	joueur	lift

MATRICE MAT_LANCER_STRAT (droite/gauche)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SG	0	0	0	0	0	0	0	0
PF+SG	0	2	0	1	0	1	0	0

MATRICE MAT_ZONE_SG

	centre	croisee	joueur		centre	croisee	joueur
droite	0	0	0	gauche	0	0	0

MATRICE MAT_CARACT_SERVICE

----- POUR ZONE_CIBLE = CENTRE (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	0	1	0	0	0	0	0	0
LIFT	0	0	0	0	0	0	0	0
PLAT	0	1	0	0	0	0	0	0

----- POUR ZONE_CIBLE = CROISEE (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	0	0	0	0	0	0	0	0
LIFT	0	0	0	0	0	0	0	0
PLAT	0	0	0	0	0	0	0	0

----- POUR ZONE_CIBLE = JOUEUR (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	0	0	0	0	0	0	0	0
LIFT	0	0	0	1	0	1	0	0
PLAT	0	0	0	0	0	0	0	0

MATRICE DES POINTS FAIBLES MAT_PTFA

droite	revers	cp_droit	joueur	gauche	revers	cp_droit	joueur
Pos fav	2	0	0	pos fav	0	0	0
défav	0	0	1	défav	0	0	1

VARIABLES GENERALES

N° ECHANGE	Ce R[droite]	Ce R[gauche]	Nb SET	BALLE	PHASE ATT	SUR ANAL
6	3	3	0	1	oui	non

VARIABLES COTES SERVICE & LATERALITE

COTE S	LATS	LATR	RapLat	LatCot/S	LatCot/R	
gauche	droitier	droitier	identique	non	non	

VARIABLES OBSERVES & VARIABLES DE TERRAIN

POS SERV	LANCER BALLE	TYPE TERRAIN	SURF TER
centrée	haut	bois	rapide

VARIABLES LIEES AUX SCORES

SCORE JEU	SCORE SET	SCORE REN	SET PART	JEU PART	PERTE Pro
30/45	0/0	0/0	non	non crucial	IND

VARIABLES LIEES A LA STRATEGIE DU SERVICE GAGNANT

VAR LANCER	VAR STRAT	VAR PT PART	CARACT SERV
IND	IND	IND	IND
FREQUENCE	LISTE LANCER SG		
IND	IND	IND	IND

VARIABLES LIEES A LA STRATEGIE DU POINT FAIBLE

CONNAIS.PTFA	PTFA	ZONE COUP FB	EFFET THEORIQ
non	revers	croisée	IND

VARIABLES CONTENANT LES PREVISIONS

STRATEGIE	ZONE CIBLE	TYPE BALLE	
pt faible (56)	croisée (100)	lift (100)	

VARIABLES RESULTATS

VAL SERV	GAGNANT	STRATEG	PTFA REEL	ZONE CIBL	TYPE BAL
pos fav	relanceur	pt faible	revers	croisée	lift

MATRICE MAT LANCER STRAT (droite/gauche)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SG	0	0	0	0	0	0	0	0
PF+SG	0	2	0	1	0	2	0	0

MATRICE MAT_ZONE SG

	centre	croisee	joueur		centre	croisee	joueur
droite	0	0	0	gauche	0	0	0

MATRICE MAT_CARACT_SERVICE

----- POUR ZONE_CIBLE = CENTRE (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	0	1	0	0	0	0	0	0
LIFT	0	0	0	0	0	0	0	0
PLAT	0	1	0	0	0	0	0	0

----- POUR ZONE_CIBLE = CROISEE (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	0	0	0	0	0	0	0	0
LIFT	0	0	0	0	0	1	0	0
PLAT	0	0	0	0	0	0	0	0

----- POUR ZONE_CIBLE = JOUEUR (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	0	0	0	0	0	0	0	0
LIFT	0	0	0	1	0	1	0	0
PLAT	0	0	0	0	0	0	0	0

MATRICE DES POINTS FAIBLES MAT_PTFA

droite	revers	cp_droit	joueur	gauche	revers	cp_droit	joueur
Pos fav	2	0	0	pos fav	1	0	0
defav	0	0	1	defav	0	0	1

VARIABLES GENERALES

N° ECHANGE	Ce R[droite]	Ce R[gauche]	Nb SET	BALLE	PHASE_ATT	SUR_ANAL
7	4	3	1	2	non	non

VARIABLES COTES SERVICE & LATERALITE

COTE S	LATS	LATR	RapLat	LatCot/S	LatCot/R	
droite	droitier	droitier	identique	oui	oui	

VARIABLES OBSERVES & VARIABLES DE TERRAIN

POS_SERV	LANCER_BALLE	TYPE_TERRAIN	SURF_TER
centrée	arrière	bois	rapide

VARIABLES LIEES AUX SCORES

SCORE_JEU	SCORE_SET	SCORE_REN	SET_PART	JEU_PART	PERTE_Pro
00/15	1/1	0/0	non	non crucial	IND

VARIABLES LIEES A LA STRATEGIE DU SERVICE GAGNANT

VAR_LANCER	VAR_STRAT	VAR_PT_PART	CARACT_SERV
non	non	IND	varie rien
FREQUENCE	LISTE_LANCER_SG		
IND	IND IND IND IND IND		

VARIABLES LIEES A LA STRATEGIE DU POINT FAIBLE

CONNAIS_PTFA	PTFA	ZONE_COUP_FB	EFFET_THEORIQ
non	revers	centre	IND

VARIABLES CONTENANT LES PREVISIONS

STRATEGIE	ZONE_CIBLE	TYPE_BALLE	
pt faible (100)	centre (90)	lift (100)	

VARIABLES RESULTATS

VAL_SERV	GAGNANT	STRATEG	PTFA_REEL	ZONE_CIBL	TYPE_BAL
pos défav	relanceur	pt faible	revers	centre	lift

MATRICE MAT_LANCER_STRAT (droite/gauche)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SG	0	0	0	0	0	0	0	0
PF+SG	0	2	0	2	0	2	0	0

MATRICE MAT_ZONE_SG

	centre	croisee	joueur		centre	croisee	joueur
droite	0	0	0	gauche	0	0	0

MATRICE MAT_CARACT_SERVICE

----- POUR ZONE_CIBLE = CENTRE (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	0	1	0	0	0	0	0	0
LIFT	0	0	0	1	0	0	0	0
PLAT	0	1	0	0	0	0	0	0

----- POUR ZONE_CIBLE = CROISEE (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	0	0	0	0	0	0	0	0
LIFT	0	0	0	0	0	1	0	0
PLAT	0	0	0	0	0	0	0	0

----- POUR ZONE_CIBLE = JOUEUR (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	0	0	0	0	0	0	0	0
LIFT	0	0	0	1	0	1	0	0
PLAT	0	0	0	0	0	0	0	0

MATRICE DES POINTS FAIBLES MAT_PTFA

droite	revers	cp_droit	joueur	gauche	revers	cp_droit	joueur
Pos fav	2	0	0	pos_fav	1	0	0
défav	1	0	1	défav	0	0	1

VARIABLES GENERALES

N° ECHANGE	Ce_R[droite]	Ce_R[gauche]	Nb SET	BALLE	PHASE ATT	SUR ANAL
8	4	4	1	2	non	non

VARIABLES COTES SERVICE & LATERALITE

COTE S	LATS	LATR	RapLat	LatCot/S	LatCot/R	
gauche	droitier	droitier	identique	non	non	

VARIABLES OBSERVES & VARIABLES DE TERRAIN

POS SERV	LANCER BALLE	TYPE TERRAIN	SURF TER
centrée	arrière	bois	rapide

VARIABLES LIEES AUX SCORES

SCORE JEU	SCORE SET	SCORE REN	SET PART	JEU PART	PERTE Pro
15/15	1/1	0/0	non	non crucial	IND

VARIABLES LIEES A LA STRATEGIE DU SERVICE GAGNANT

VAR LANCER	VAR STRAT	VAR PT PART	CARACT SERV
non	non	IND	varie rien
FREQUENCE	LISTE LANCER SG		
IND	IND	IND	IND

VARIABLES LIEES A LA STRATEGIE DU POINT FAIBLE

CONNAIS.PTFA	PTFA	ZONE COUP_FB	EFFET THEORIQ
oui	revers	croisée	IND

VARIABLES CONTENANT LES PREVISIONS

STRATEGIE	ZONE CIBLE	TYPE BALLE	
pt faible (100)	croisée (90)	lift (100)	

VARIABLES RESULTATS

VAL SERV	GAGNANT	STRATEG	PTFA REEL	ZONE CIBL	TYPE BAL
pos fav	serveur	pt faible	joueur	joueur	plat

MATRICE MAT_LANCER_STRAT (droite/gauche)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SG	0	0	0	0	0	0	0	0
PF+SG	0	2	0	2	0	2	0	1

MATRICE MAT_ZONE_SG

	centre	croisee	joueur		centre	croisee	joueur
droite	0	0	0	gauche	0	0	0

MATRICE MAT_CARACT_SERVICE

----- POUR ZONE_CIBLE = CENTRE (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	0	1	0	0	0	0	0	0
LIFT	0	0	0	1	0	0	0	0
PLAT	0	1	0	0	0	0	0	0

----- POUR ZONE_CIBLE = CROISEE (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	0	0	0	0	0	0	0	0
LIFT	0	0	0	0	0	1	0	0
PLAT	0	0	0	0	0	0	0	0

----- POUR ZONE_CIBLE = JOUEUR (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	0	0	0	0	0	0	0	0
LIFT	0	0	0	1	0	1	0	0
PLAT	0	0	0	0	0	0	0	1

MATRICE DES POINTS FAIBLES MAT_PTFA

droite	revers	cp_droit	joueur	gauche	revers	cp_droit	joueur
Pos fav	2	0	0	pos fav	1	0	1
defav	1	0	1	defav	0	0	1

VARIABLES GENERALES

N° ECHANGE	Ce R[droite]	Ce R[gauche]	Nb SET	BALLE	PHASE ATT	SUR ANAL
9	5	4	1	1	non	non

VARIABLES COTES SERVICE & LATERALITE

COTE S	LATS	LATR	RapLat	LatCot/S	LatCot/R	
droite	droitier	droitier	identique	oui	oui	

VARIABLES OBSERVES & VARIABLES DE TERRAIN

POS SERV	LANCER BALLE	TYPE TERRAIN	SURF TER
centrée	arrière	bois	rapide

VARIABLES LIEES AUX SCORES

SCORE JEU	SCORE SET	SCORE REN	SET PART	JEU PART	PERTE Pro
30/15	1/1	0/0	non	IND	IND

VARIABLES LIEES A LA STRATEGIE DU SERVICE GAGNANT

VAR LANCER	VAR STRAT	VAR PT PART	CARACT SERV
non	non	IND	varie rien
FREQUENCE	LISTE LANCER SG		
IND	IND	IND	IND

VARIABLES LIEES A LA STRATEGIE DU POINT FAIBLE

CONNAIS:PTFA	PTFA	ZONE COUP_FB	EFFET THEORIQ
oui	revers	centre	IND

VARIABLES CONTENANT LES PREVISIONS

STRATEGIE	ZONE CIBLE	TYPE BALLE	
pt faible (100)	centre (100)	lift (100)	

VARIABLES RESULTATS

VAL SERV	GAGNANT	STRATEG	PTFA REEL	ZONE CIBL	TYPE BAL
neutre	serveur	pt faible	revers	centre	lift

MATRICE MAT_LANCER_STRAT (droite/gauche)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SG	0	0	0	0	0	0	0	0
PF+SG	0	2	0	3	0	2	0	1

MATRICE MAT_ZONE_SG

	centre	croisee	joueur		centre	croisee	joueur
droite	0	0	0	gauche	0	0	0

MATRICE MAT_CARACT_SERVICE

----- POUR ZONE_CIBLE = CENTRE (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	0	1	0	0	0	0	0	0
LIFT	0	0	0	2	0	0	0	0
PLAT	0	1	0	0	0	0	0	0

----- POUR ZONE_CIBLE = CROISEE (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	0	0	0	0	0	0	0	0
LIFT	0	0	0	0	0	1	0	0
PLAT	0	0	0	0	0	0	0	0

----- POUR ZONE_CIBLE = JOUEUR (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	0	0	0	0	0	0	0	0
LIFT	0	0	0	1	0	1	0	0
PLAT	0	0	0	0	0	0	0	1

MATRICE DES POINTS FAIBLES MAT_PTFA

droite	revers	cp_droit	joueur	gauche	revers	cp_droit	joueur
Pos fav	2	0	0	pos_fav	1	0	1
defav	1	0	1	defav	0	0	1

VARIABLES GENERALES

N° ECHANGE	Ce R[droite]	Ce R[gauche]	Nb SET	BALLE	PHASE ATT	SUR ANAL
10	5	5	1	1	non	non

VARIABLES COTES SERVICE & LATERALITE

COTE S	LATS	LATR	RapLat	LatCot/S	LatCot/R	
gauche	droitier	droitier	identique	non	non	

VARIABLES OBSERVES & VARIABLES DE TERRAIN

POS SERV	LANCER BALLE	TYPE TERRAIN	SURF TER
centrée	arrière	bois	rapide

VARIABLES LIEES AUX SCORES

SCORE JEU	SCORE SET	SCORE REN	SET PART	JEU PART	PERTE Pro
40/15	1/1	0/0	non	IND	IND

VARIABLES LIEES A LA STRATEGIE DU SERVICE GAGNANT

VAR LANCER	VAR STRAT	VAR PT PART	CARACT SERV
non	non	IND	varie rien
FREQUENCE	LISTE LANCER SG		
IND	IND	IND	IND

VARIABLES LIEES A LA STRATEGIE DU POINT FAIBLE

CONNAIS.PTFA	PTFA	ZONE COUP FB	EFFET THEORIQ
oui	revers	croisée	IND

VARIABLES CONTENANT LES PREVISIONS

STRATEGIE	ZONE CIBLE	TYPE BALLE	
pt faible (100)	croisée (90)	lift (100)	

VARIABLES RESULTATS

VAL SERV	GAGNANT	STRATEG	PTFA REEL	ZONE CIBL	TYPE BAL
pos fav	serveur	pt faible	coup droit	centre	plat

MATRICE MAT LANCER STRAT (droite/gauche)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SG	0	0	0	0	0	0	0	0
PF+SG	0	2	0	3	0	2	0	2

MATRICE MAT_ZONE SG

	centre	croisee	joueur		centre	croisee	joueur
droite	0	0	0	gauche	0	0	0

MATRICE MAT_CARACT_SERVICE

----- POUR ZONE_CIBLE = CENTRE (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	0	1	0	0	0	0	0	0
LIFT	0	0	0	2	0	0	0	0
PLAT	0	1	0	0	0	0	0	1

----- POUR ZONE_CIBLE = CROISEE (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	0	0	0	0	0	0	0	0
LIFT	0	0	0	0	0	1	0	0
PLAT	0	0	0	0	0	0	0	0

----- POUR ZONE_CIBLE = JOUEUR (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	0	0	0	0	0	0	0	0
LIFT	0	0	0	1	0	1	0	0
PLAT	0	0	0	0	0	0	0	1

MATRICE DES POINTS FAIBLES MAT_PTFA

droite	revers	cp_droit	joueur	gauche	revers	cp_droit	joueur
Pos fav	2	0	0	pos fav	1	1	1
defav	1	0	1	defav	0	0	1

VARIABLES GENERALES

N° ECHANGE	Ce R[droite]	Ce R[gauche]	Nb SET	BALLE	PHASE ATT	SUR ANAL
11	6	5	1	2	non	non

VARIABLES COTES SERVICE & LATERALITE

COTE S	LATS	LATR	RapLat	LatCot/S	LatCot/R	
droite	droitier	droitier	identique	oui	oui	

VARIABLES OBSERVES & VARIABLES DE TERRAIN

POS SERV	LANCER BALLE	TYPE TERRAIN	SURF TER
centrée	haut	bois	rapide

VARIABLES LIEES AUX SCORES

SCORE JEU	SCORE SET	SCORE REN	SET PART	JEU PART	PERTE Pro
45/15	1/1	0/0	non	IND	IND

VARIABLES LIEES A LA STRATEGIE DU SERVICE GAGNANT

VAR LANCER	VAR STRAT	VAR PT PART	CARACT SERV
non	non	IND	varie rien
FREQUENCE	LISTE LANCER SG		
IND	IND IND IND IND IND		

VARIABLES LIEES A LA STRATEGIE DU POINT FAIBLE

CONNAIS.PTFA	PTFA	ZONE COUP FB	EFFET THEORIQ
oui	revers	centre	IND

VARIABLES CONTENANT LES PREVISIONS

STRATEGIE	ZONE CIBLE	TYPE BALLE	
pt faible (100)	centre (100)	lift (100)	

VARIABLES RESULTATS

VAL SERV	GAGNANT	STRATEG	PTFA REEL	ZONE CIBL	TYPE BAL
neutre	serveur	pt faible	coup droit	croisée	lift

MATRICE MAT LANCER STRAT (droite/gauche)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SG	0	0	0	0	0	0	0	0
PF+SG	0	3	0	3	0	2	0	2

MATRICE MAT ZONE SG

	centre	croisee	joueur		centre	croisee	joueur
droite	0	0	0	gauche	0	0	0

MATRICE MAT_CARACT_SERVICE

----- POUR ZONE_CIBLE = CENTRE (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	0	1	0	0	0	0	0	0
LIFT	0	0	0	2	0	0	0	0
PLAT	0	1	0	0	0	0	0	1

----- POUR ZONE_CIBLE = CROISEE (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	0	0	0	0	0	0	0	0
LIFT	0	1	0	0	0	1	0	0
PLAT	0	0	0	0	0	0	0	0

----- POUR ZONE_CIBLE = JOUEUR (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	0	0	0	0	0	0	0	0
LIFT	0	0	0	1	0	1	0	0
PLAT	0	0	0	0	0	0	0	1

MATRICE DES POINTS FAIBLES MAT_PTFA

droite	revers	cp_droit	joueur	gauche	revers	cp_droit	joueur
Pos fav	2	0	0	pos fav	1	1	1
defav	1	0	1	defav	0	0	1

VARIABLES GENERALES

N° ECHANGE	Ce_R[droite]	Ce_R[gauche]	Nb SET	BALLE	PHASE_ATT	SUR_ANAL
12	6	6	2	1	non	non

VARIABLES COTES SERVICE & LATERALITE

COTE S	LATS	LATR	RapLat	LatCot/S	LatCot/R	
droite	droitier	droitier	identique	oui	oui	

VARIABLES OBSERVES & VARIABLES DE TERRAIN

POS_SERV	LANCER_BALLE	TYPE_TERRAIN	SURF_TER
centrée	haut	bois	rapide

VARIABLES LIEES AUX SCORES

SCORE JEU	SCORE SET	SCORE REN	SET PART	JEU PART	PERTE Pro
15/00	2/2	0/0	non	IND	IND

VARIABLES LIEES A LA STRATEGIE DU SERVICE GAGNANT

VAR_LANCER	VAR_STRAT	VAR_PT PART	CARACT_SERV
non	non	IND	varie rien
FREQUENCE	LISTE_LANCER_SG		
IND	IND	IND	IND

VARIABLES LIEES A LA STRATEGIE DU POINT FAIBLE

CONNAIS.PTFA	PTFA	ZONE_COUP_FB	EFFET_THEORIQ
oui	revers	centre	IND

VARIABLES CONTENANT LES PREVISIONS

STRATEGIE	ZONE_CIBLE	TYPE_BALLE	
pt faible (100)	centre (100)	slice (100)	

VARIABLES RESULTATS

VAL_SERV	GAGNANT	STRATEG	PTFA REEL	ZONE_CIBL	TYPE_BAL
pos fav	serveur	serv. gagnant	IND	centre	slice

MATRICE MAT_LANCER_STRAT (droite/gauche)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SG	0	1	0	0	0	0	0	0
PF+SG	0	4	0	3	0	2	0	2

MATRICE MAT_ZONE_SG

	centre	croisee	joueur		centre	croisee	joueur
droite	1	0	0	gauche	0	0	0

MATRICE MAT_CARACT_SERVICE

----- POUR ZONE_CIBLE = CENTRE (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	0	1	0	0	0	0	0	0
LIFT	0	0	0	2	0	0	0	0
PLAT	0	1	0	0	0	0	0	1

----- POUR ZONE_CIBLE = CROISEE (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	0	0	0	0	0	0	0	0
LIFT	0	1	0	0	0	1	0	0
PLAT	0	0	0	0	0	0	0	0

----- POUR ZONE_CIBLE = JOUEUR (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	0	0	0	0	0	0	0	0
LIFT	0	0	0	1	0	1	0	0
PLAT	0	0	0	0	0	0	0	1

MATRICE DES POINTS FAIBLES MAT_PTFA

droite	revers	cp_droit	joueur	gauche	revers	cp_droit	joueur
Pos fav	2	0	0	pos fav	1	1	1
defav	1	0	1	defav	0	0	1

VARIABLES GENERALES

N° ECHANGE	Ce_R[droite]	Ce_R[gauche]	Nb SET	BALLE	PHASE ATT	SUR ANAL
13	7	6	2	2	non	non

VARIABLES COTES SERVICE & LATERALITE

COTE S	LATS	LATR	RapLat	LatCot/S	LatCot/R	
gauche	droitier	droitier	identique	non	non	

VARIABLES OBSERVES & VARIABLES DE TERRAIN

POS SERV	LANCER BALLE	TYPE TERRAIN	SURF TER
centrée	haut	bois	rapide

VARIABLES LIEES AUX SCORES

SCORE JEU	SCORE SET	SCORE REN	SET PART	JEU PART	PERTE Pro
30/00	2/2	0/0	non	IND	IND

VARIABLES LIEES A LA STRATEGIE DU SERVICE GAGNANT

VAR LANCER	VAR STRAT	VAR PT PART	CARACT SERV
non	non	IND	varie rien
FREQUENCE	LISTE LANCER SG		
IND	IND	IND	IND

VARIABLES LIEES A LA STRATEGIE DU POINT FAIBLE

CONNAIS.PTFA	PTFA	ZONE COUP_FB	EFFET THEORIQ
oui	revers	croisée	IND

VARIABLES CONTENANT LES PREVISIONS

STRATEGIE	ZONE CIBLE	TYPE BALLE	
pt faible (100)	croisée (100)	lift (100)	

VARIABLES RESULTATS

VAL SERV	GAGNANT	STRATEG	PTFA REEL	ZONE CIBL	TYPE BAL
neutre	serveur	pt faible	joueur	joueur	lift

MATRICE MAT_LANCER_STRAT (droite/gauche)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SG	0	1	0	0	0	0	0	0
PF+SG	0	4	0	3	0	3	0	2

MATRICE MAT_ZONE_SG

	centre	croisee	joueur		centre	croisee	joueur
droite	1	0	0	gauche	0	0	0

MATRICE MAT_CARACT_SERVICE

----- POUR ZONE_CIBLE = CENTRE (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	0	1	0	0	0	0	0	0
LIFT	0	0	0	2	0	0	0	0
PLAT	0	1	0	0	0	0	0	1

----- POUR ZONE_CIBLE = CROISEE (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	0	0	0	0	0	0	0	0
LIFT	0	1	0	0	0	1	0	0
PLAT	0	0	0	0	0	0	0	0

----- POUR ZONE_CIBLE = JOUEUR (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	0	0	0	0	0	0	0	0
LIFT	0	0	0	1	0	2	0	0
PLAT	0	0	0	0	0	0	0	1

MATRICE DES POINTS FAIBLES MAT_PTFA

droite	revers	cp_droit	joueur	gauche	revers	cp_droit	joueur
Pos fav	2	0	0	pos fav	1	1	1
defav	1	0	1	defav	0	0	1

VARIABLES GENERALES

N° ECHANGE	Ce_R[droite]	Ce_R[gauche]	Nb SET	BALLE	PHASE_ATT	SUR_ANAL
14	8	6	2	1	non	non

VARIABLES COTES SERVICE & LATERALITE

COTE S	LATS	LATR	RapLat	LatCot/S	LatCot/R	
droite	droitier	droitier	identique	oui	oui	

VARIABLES OBSERVES & VARIABLES DE TERRAIN

POS_SERV	LANCER_BALLE	TYPE_TERRAIN	SURF_TER
centrée	arrière	bois	rapide

VARIABLES LIEES AUX SCORES

SCORE_JEU	SCORE_SET	SCORE_REN	SET_PART	JEU_PART	PERTE_Pro
40/00	2/2	0/0	non	IND	IND

VARIABLES LIEES A LA STRATEGIE DU SERVICE GAGNANT

VAR_LANCER	VAR_STRAT	VAR_PT_PART	CARACT_SERV
non	non	IND	varie rien
FREQUENCE	LISTE_LANCER_SG		
IND	IND IND IND IND IND		

VARIABLES LIEES A LA STRATEGIE DU POINT FAIBLE

CONNAIS_PTFA	PTFA	ZONE_COUP_FB	EFFET_THEORIQ
oui	revers	centre	IND

VARIABLES CONTENANT LES PREVISIONS

STRATEGIE	ZONE_CIBLE	TYPE_BALLE	
pt faible (100)	centre (100)	lift (100)	

VARIABLES RESULTATS

VAL_SERV	GAGNANT	STRATEG	PTFA_REEL	ZONE_CIBL	TYPE_BAL
neutre	serveur	pt faible	revers	centre	lift

MATRICE MAT_LANCER_STRAT (droite/gauche)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SG	0	1	0	0	0	0	0	0
PF+SG	0	4	0	4	0	3	0	2

MATRICE MAT_ZONE_SG

	centre	croisee	joueur		centre	croisee	joueur
droite	1	0	0	gauche	0	0	0

MATRICE MAT_CARACT_SERVICE

----- POUR ZONE_CIBLE = CENTRE (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	0	1	0	0	0	0	0	0
LIFT	0	0	0	3	0	0	0	0
PLAT	0	1	0	0	0	0	0	1

----- POUR ZONE_CIBLE = CROISEE (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	0	0	0	0	0	0	0	0
LIFT	0	1	0	0	0	1	0	0
PLAT	0	0	0	0	0	0	0	0

----- POUR ZONE_CIBLE = JOUEUR (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	0	0	0	0	0	0	0	0
LIFT	0	0	0	1	0	2	0	0
PLAT	0	0	0	0	0	0	0	1

MATRICE DES POINTS FAIBLES MAT_PTFA

droite	revers	cp_droit	joueur	gauche	revers	cp_droit	joueur
Pos fav	2	0	0	pos_fav	1	1	1
defav	1	0	1	defav	0	0	1

VARIABLES GENERALES

N° ECHANGE	Ce_R[droite]	Ce_R[gauche]	Nb SET	BALLE	PHASE_ATT	SUR_ANAL
15	8	7	2	2	non	non

VARIABLES COTES SERVICE & LATERALITE

COTE S	LATS	LATR	RapLat	LatCot/S	LatCot/R	
gauche	droitier	droitier	identique	non	non	

VARIABLES OBSERVES & VARIABLES DE TERRAIN

POS_SERV	LANCER_BALLE	TYPE_TERRAIN	SURF_TER
centrée	devant	bois	rapide

VARIABLES LIEES AUX SCORES

SCORE_JEU	SCORE_SET	SCORE_REN	SET_PART	JEU_PART	PERTE_Pro
40/15	2/2	0/0	non	IND	IND

VARIABLES LIEES A LA STRATEGIE DU SERVICE GAGNANT

VAR_LANCER	VAR_STRAT	VAR_PT_PART	CARACT_SERV
non	non	IND	varie rien
FREQUENCE	LISTE_LANCER_SG		
IND	IND IND IND IND IND		

VARIABLES LIEES A LA STRATEGIE DU POINT FAIBLE

CONNAIS_PTFA	PTFA	ZONE_COUP_FB	EFFET_THEORIQ
oui	revers	croisée	IND

VARIABLES CONTENANT LES PREVISIONS

STRATEGIE	ZONE_CIBLE	TYPE_BALLE	
effet surprise (100)	centre (70)	plat (100)	

VARIABLES RESULTATS

VAL_SERV	GAGNANT	STRATEG	PTFA_REEL	ZONE_CIBL	TYPE_BAL
pos defav	relanceur	pt faible	coup droit	centre	slice

MATRICE MAT_LANCER_STRAT (droite/gauche)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SG	0	1	0	0	0	0	0	0
PF+SG	0	4	0	4	1	3	0	2

MATRICE MAT_ZONE_SG

	centre	croisee	joueur		centre	croisee	joueur
droite	1	0	0	gauche	0	0	0

MATRICE MAT_CARACT_SERVICE

----- POUR ZONE_CIBLE = CENTRE (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	0	1	0	0	1	0	0	0
LIFT	0	0	0	3	0	0	0	0
PLAT	0	1	0	0	0	0	0	1

----- POUR ZONE_CIBLE = CROISEE (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	0	0	0	0	0	0	0	0
LIFT	0	1	0	0	0	1	0	0
PLAT	0	0	0	0	0	0	0	0

----- POUR ZONE_CIBLE = JOUEUR (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	0	0	0	0	0	0	0	0
LIFT	0	0	0	1	0	2	0	0
PLAT	0	0	0	0	0	0	0	1

MATRICE DES POINTS FAIBLES MAT_PTFA

droite	revers	cp_droit	joueur	gauche	revers	cp_droit	joueur
Pos fav	2	0	0	pos fav	1	1	1
defav	1	0	1	defav	0	1	1

VARIABLES GENERALES

N° ECHANGE	Ce_R[droite]	Ce_R[gauche]	Nb SET	BALLE	PHASE_ATT	SUR_ANAL
16	9	7	2	1	non	non

VARIABLES COTES SERVICE & LATERALITE

COTE_S	LATS	LATR	RapLat	LatCot/S	LatCot/R	
droite	droitier	droitier	identique	oui	oui	

VARIABLES OBSERVES & VARIABLES DE TERRAIN

POS_SERV	LANCER_BALLE	TYPE_TERRAIN	SURF_TER
centrée	haut	bois	rapide

VARIABLES LIEES AUX SCORES

SCORE_JEU	SCORE_SET	SCORE_REN	SET_PART	JEU_PART	PERTE_Pro
45/15	2/2	0/0	non	IND	IND

VARIABLES LIEES A LA STRATEGIE DU SERVICE GAGNANT

VAR_LANCER	VAR_STRAT	VAR_PT_PART	CARACT_SERV
non	non	IND	varie rien
FREQUENCE	LISTE_LANCER_SG		
IND	IND IND IND IND IND		

VARIABLES LIEES A LA STRATEGIE DU POINT FAIBLE

CONNAIS_PTFA	PTFA	ZONE_COUP_FB	EFFET_THEORIQ
oui	revers	centre	IND

VARIABLES CONTENANT LES PREVISIONS

STRATEGIE	ZONE_CIBLE	TYPE_BALLE	
pt faible (100)	centre (70)	slice (100)	

VARIABLES RESULTATS

VAL_SERV	GAGNANT	STRATEG	PTFA_REEL	ZONE_CIBL	TYPE_BAL
neutre	serveur	pt faible	revers	centre	slice

MATRICE MAT_LANCER_STRAT (droite/gauche)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SG	0	1	0	0	0	0	0	0
PF+SG	0	5	0	4	1	3	0	2

MATRICE MAT_ZONE_SG

	centre	croisee	joueur		centre	croisee	joueur
droite	1	0	0	gauche	0	0	0

MATRICE MAT_CARACT_SERVICE

----- POUR ZONE_CIBLE = CENTRE (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	0	2	0	0	1	0	0	0
LIFT	0	0	0	3	0	0	0	0
PLAT	0	1	0	0	0	0	0	1

----- POUR ZONE_CIBLE = CROISEE (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	0	0	0	0	0	0	0	0
LIFT	0	1	0	0	0	1	0	0
PLAT	0	0	0	0	0	0	0	0

----- POUR ZONE_CIBLE = JOUEUR (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	0	0	0	0	0	0	0	0
LIFT	0	0	0	1	0	2	0	0
PLAT	0	0	0	0	0	0	0	1

MATRICE DES POINTS FAIBLES MAT_PTFA

droite	revers	cp_droit	joueur	gauche	revers	cp_droit	joueur
Pos_fav	2	0	0	pos_fav	1	1	1
defav	1	0	1	defav	0	1	1

VARIABLES GENERALES

N° ECHANGE	Ce_R[droite]	Ce_R[gauche]	Nb SET	BALLE	PHASE_ATT	SUR_ANAL
17	10	7	3	1	non	non

VARIABLES COTES SERVICE & LATERALITE

COTE S	LATS	LATR	RapLat	LatCot/S	LatCot/R	
droite	droitier	droitier	identique	oui	oui	

VARIABLES OBSERVES & VARIABLES DE TERRAIN

POS_SERV	LANCER_BALLE	TYPE_TERRAIN	SURF_TER
centrée	devant	bois	rapide

VARIABLES LIEES AUX SCORES

SCORE_JEU	SCORE_SET	SCORE_REN	SET_PART	JEU_PART	PERTE_Pro
15/00	3/3	0/0	non	IND	IND

VARIABLES LIEES A LA STRATEGIE DU SERVICE GAGNANT

VAR_LANCER	VAR_STRAT	VAR_PT_PART	CARACT_SERV
non	non	IND	varie rien
FREQUENCE	LISTE_LANCER_SG		
IND	IND IND IND IND IND		

VARIABLES LIEES A LA STRATEGIE DU POINT FAIBLE

CONNAIS_PTFA	PTFA	ZONE_COUP_FB	EFFET_THEORIQ
oui	revers	centre	IND

VARIABLES CONTENANT LES PREVISIONS

STRATEGIE	ZONE_CIBLE	TYPE_BALLE	
pt faible (100)	centre (70)	plat (100)	

VARIABLES RESULTATS

VAL_SERV	GAGNANT	STRATEG	PTFA_REEL	ZONE_CIBL	TYPE_BAL
pos fav	serveur	pt faible	coup droit	croisée	slice

MATRICE MAT_LANCER_STRAT (droite/gauche)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SG	0	1	0	0	0	0	0	0
PF+SG	1	5	0	4	1	3	0	2

MATRICE MAT_ZONE_SG

	centre	croisee	joueur		centre	croisee	joueur
droite	1	0	0	gauche	0	0	0

MATRICE MAT_CARACT_SERVICE

----- POUR ZONE_CIBLE = CENTRE (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	0	2	0	0	1	0	0	0
LIFT	0	0	0	3	0	0	0	0
PLAT	0	1	0	0	0	0	0	1

----- POUR ZONE_CIBLE = CROISEE (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	1	0	0	0	0	0	0	0
LIFT	0	1	0	0	0	1	0	0
PLAT	0	0	0	0	0	0	0	0

----- POUR ZONE_CIBLE = JOUEUR (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	0	0	0	0	0	0	0	0
LIFT	0	0	0	1	0	2	0	0
PLAT	0	0	0	0	0	0	0	1

MATRICE DES POINTS FAIBLES MAT_PTFA

droite	revers	cp_droit	joueur	gauche	revers	cp_droit	joueur
Pos fav	2	1	0	pos fav	1	1	1
defav	1	0	1	defav	0	1	1

VARIABLES GENERALES

N° ECHANGE	Ce R[droite]	Ce R[gauche]	Nb SET	BALLE	PHASE ATT	SUR ANAL
18	10	8	3	1	non	non

VARIABLES COTES SERVICE & LATERALITE

COTE S	LATS	LATR	RapLat	LatCot/S	LatCot/R	
gauche	droitier	droitier	identique	non	non	

VARIABLES OBSERVES & VARIABLES DE TERRAIN

POS SERV	LANCER BALLE	TYPE TERRAIN	SURF_TER
centrée	devant	bois	rapide

VARIABLES LIEES AUX SCORES

SCORE JEU	SCORE SET	SCORE REN	SET PART	JEU PART	PERTE Pro
30/00	3/3	0/0	non	IND	IND

VARIABLES LIEES A LA STRATEGIE DU SERVICE GAGNANT

VAR LANCER	VAR STRAT	VAR PT PART	CARACT SERV
non	non	IND	varie rien
FREQUENCE	LISTE LANCER SG		
IND	IND	IND	IND

VARIABLES LIEES A LA STRATEGIE DU POINT FAIBLE

CONNAIS.PTFA	PTFA	ZONE COUP_FB	EFFET THEORIQ
oui	revers	croisée	IND

VARIABLES CONTENANT LES PREVISIONS

STRATEGIE	ZONE CIBLE	TYPE BALLE	
effet surprise (100)	centre (70)	plat (100)	

VARIABLES RESULTATS

VAL SERV	GAGNANT	STRATEG	PTFA REEL	ZONE CIBL	TYPE BAL
pos fav	serveur	pt faible	coup droit	centre	plat

MATRICE MAT LANCER STRAT (droite/gauche)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SG	0	1	0	0	0	0	0	0
PF+SG	1	5	0	4	2	3	0	2

MATRICE MAT ZONE SG

	centre	croisee	joueur		centre	croisee	joueur
droite	1	0	0	gauche	0	0	0

MATRICE MAT_CARACT_SERVICE

----- POUR ZONE_CIBLE = CENTRE (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	0	2	0	0	1	0	0	0
LIFT	0	0	0	3	0	0	0	0
PLAT	0	1	0	0	1	0	0	1

----- POUR ZONE_CIBLE = CROISEE (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	1	0	0	0	0	0	0	0
LIFT	0	1	0	0	0	1	0	0
PLAT	0	0	0	0	0	0	0	0

----- POUR ZONE_CIBLE = JOUEUR (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	0	0	0	0	0	0	0	0
LIFT	0	0	0	1	0	2	0	0
PLAT	0	0	0	0	0	0	0	1

MATRICE DES POINTS FAIBLES MAT_PTFA

droite	revers	cp_droit	joueur	gauche	revers	cp_droit	joueur
Pos fav	2	1	0	pos fav	1	2	1
defav	1	0	1	defav	0	1	1

VARIABLES GENERALES

N° ECHANGE	Ce_R[droite]	Ce_R[gauche]	Nb SET	BALLE	PHASE_ATT	SUR_ANAL
19	11	8	3	1	non	non

VARIABLES COTES SERVICE & LATERALITE

COTE S	LATS	LATR	RapLat	LatCot/S	LatCot/R	
droite	droitier	droitier	identique	oui	oui	

VARIABLES OBSERVES & VARIABLES DE TERRAIN

POS_SERV	LANCER_BALLE	TYPE_TERRAIN	SURF_TER
centrée	devant	bois	rapide

VARIABLES LIEES AUX SCORES

SCORE_JEU	SCORE_SET	SCORE_REN	SET_PART	JEU_PART	PERTE_Pro
40/00	3/3	0/0	non	IND	IND

VARIABLES LIEES A LA STRATEGIE DU SERVICE GAGNANT

VAR_LANCER	VAR_STRAT	VAR_PT_PART	CARACT_SERV
non	non	IND	varie rien
FREQUENCE	LISTE_LANCER_SG		
IND	IND	IND	IND

VARIABLES LIEES A LA STRATEGIE DU POINT FAIBLE

CONNAIS_PTFA	PTFA	ZONE_COUP_FB	EFFET_THEORIQ
oui	revers	centre	IND

VARIABLES CONTENANT LES PREVISIONS

STRATEGIE	ZONE_CIBLE	TYPE_BALLE	
pt faible (100)	centre (70)	plat (100)	

VARIABLES RESULTATS

VAL_SERV	GAGNANT	STRATEG	PTFA_REEL	ZONE_CIBL	TYPE_BAL
pos fav	serveur	serv gagnant	IND	centre	plat

MATRICE MAT_LANCER_STRAT (droite/gauche)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SG	1	1	0	0	0	0	0	0
PF+SG	2	5	0	4	2	3	0	2

MATRICE MAT_ZONE_SG

	centre	croisee	joueur		centre	croisee	joueur
droite	2	0	0	gauche	0	0	0

MATRICE MAT_CARACT_SERVICE

----- POUR ZONE_CIBLE = CENTRE (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	0	2	0	0	1	0	0	0
LIFT	0	0	0	3	0	0	0	0
PLAT	0	1	0	0	1	0	0	1

----- POUR ZONE_CIBLE = CROISEE (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	1	0	0	0	0	0	0	0
LIFT	0	1	0	0	0	1	0	0
PLAT	0	0	0	0	0	0	0	0

----- POUR ZONE_CIBLE = JOUEUR (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	0	0	0	0	0	0	0	0
LIFT	0	0	0	1	0	2	0	0
PLAT	0	0	0	0	0	0	0	1

MATRICE DES POINTS FAIBLES MAT_PTFA

droite	revers	cp_droit	joueur	gauche	revers	cp_droit	joueur
Pos fav	2	1	0	pos fav	1	2	1
defav	1	0	1	defav	0	1	1

VARIABLES GENERALES

N° ECHANGE	Ce_R(droite)	Ce_R(gauche)	Nb SET	BALLE	PHASE_ATT	SUR_ANAL
20	11	9	3	1	non	non

VARIABLES COTES SERVICE & LATERALITE

COTE_S	LATS	LATR	RapLat	LatCot/S	LatCot/R	
gauche	droitier	droitier	identique	non	non	

VARIABLES OBSERVES & VARIABLES DE TERRAIN

POS_SERV	LANCER_BALLE	TYPE_TERRAIN	SURF_TER
centrée	devant	bois	rapide

VARIABLES LIEES AUX SCORES

SCORE_JEU	SCORE_SET	SCORE_REN	SET_PART	JEU_PART	PERTE_Pro
45/00	3/3	0/0	non	IND	IND

VARIABLES LIEES A LA STRATEGIE DU SERVICE GAGNANT

VAR_LANCER	VAR_STRAT	VAR_PT_PART	CARACT_SERV
non	non	IND	varie rien
FREQUENCE	LISTE_LANCER_SG		
IND	IND	IND	IND

VARIABLES LIEES A LA STRATEGIE DU POINT FAIBLE

CONNAIS_PTFA	PTFA	ZONE_COUP_FB	EFFET_THEORIQ
oui	revers	croisée	IND

VARIABLES CONTENANT LES PREVISIONS

STRATEGIE	ZONE_CIBLE	TYPE_BALLE	
pt faible (100)	croisée (70)	lift (100)	

VARIABLES RESULTATS

VAL_SERV	GAGNANT	STRATEG	PTFA_REEL	ZONE_CIBL	TYPE_BAL
neutre	serveur	pt faible	coup droit	centre	plat

MATRICE MAT_LANCER_STRAT (droite/gauche)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SG	1	1	0	0	0	0	0	0
PF+SG	2	5	0	4	3	3	0	2

MATRICE MAT_ZONE_SG

	centre	croisee	joueur		centre	croisee	joueur
droite	2	0	0	gauche	0	0	0

MATRICE MAT_CARACT_SERVICE

----- POUR ZONE_CIBLE = CENTRE (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	0	2	0	0	1	0	0	0
LIFT	0	0	0	3	0	0	0	0
PLAT	0	1	0	0	2	0	0	1

----- POUR ZONE_CIBLE = CROISEE (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	1	0	0	0	0	0	0	0
LIFT	0	1	0	0	0	1	0	0
PLAT	0	0	0	0	0	0	0	0

----- POUR ZONE_CIBLE = JOUEUR (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	0	0	0	0	0	0	0	0
LIFT	0	0	0	1	0	2	0	0
PLAT	0	0	0	0	0	0	0	1

MATRICE DES POINTS FAIBLES MAT_PTFA

droite	revers	cp_droit	joueur	gauche	revers	cp_droit	joueur
Pos fav	2	1	0	pos fav	1	2	1
defav	1	0	1	defav	0	1	1

VARIABLES GENERALES

N° ECHANGE	Ce_R[droite]	Ce_R[gauche]	Nb SET	BALLE	PHASE_ATT	SUR_ANAL
21	12	9	4	1	non	non

VARIABLES COTES SERVICE & LATERALITE

COTE S	LATS	LATR	RapLat	LatCot/S	LatCot/R	
droite	droitier	droitier	identique	oui	oui	

VARIABLES OBSERVES & VARIABLES DE TERRAIN

POS_SERV	LANCER_BALLE	TYPE_TERRAIN	SURF_TER
centrée	devant	bois	rapide

VARIABLES LIEES AUX SCORES

SCORE JEU	SCORE SET	SCORE REN	SET PART	JEU PART	PERTE Pro
15/00	4/4	0/0	non	IND	IND

VARIABLES LIEES A LA STRATEGIE DU SERVICE GAGNANT

VAR LANCER	VAR STRAT	VAR PT PART	CARACT SERV
non	non	IND	varie rien
FREQUENCE	LISTE LANCER SG		
IND	IND IND IND IND IND		

VARIABLES LIEES A LA STRATEGIE DU POINT FAIBLE

CONNAIS.PTFA	PTFA	ZONE_COUP_FB	EFFET_THEORIQ
oui	revers	centre	IND

VARIABLES CONTENANT LES PREVISIONS

STRATEGIE	ZONE_CIBLE	TYPE_BALLE	
pt faible (100)	centre (70)	plat (100)	

VARIABLES RESULTATS

VAL_SERV	GAGNANT	STRATEG	PTFA REEL	ZONE_CIBL	TYPE_BAL
neutre	serveur	serv gagnant	IND	centre	plat

MATRICE MAT_LANCER_STRAT (droite/gauche)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SG	2	1	0	0	0	0	0	0
PF+SG	3	5	0	4	3	3	0	2

MATRICE MAT_ZONE_SG

	centre	croisee	joueur		centre	croisee	joueur
droite	3	0	0	gauche	0	0	0

MATRICE MAT_CARACT_SERVICE

----- POUR ZONE_CIBLE = CENTRE (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	0	2	0	0	1	0	0	0
LIFT	0	0	0	3	0	0	0	0
PLAT	0	1	0	0	2	0	0	1

----- POUR ZONE_CIBLE = CROISEE (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	1	0	0	0	0	0	0	0
LIFT	0	1	0	0	0	1	0	0
PLAT	0	0	0	0	0	0	0	0

----- POUR ZONE_CIBLE = JOUEUR (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	0	0	0	0	0	0	0	0
LIFT	0	0	0	1	0	2	0	0
PLAT	0	0	0	0	0	0	0	1

MATRICE DES POINTS FAIBLES MAT_PTFA

droite	revers	cp_droit	joueur	gauche	revers	cp_droit	joueur
Pos fav	2	1	0	pos_fav	1	2	1
defav	1	0	1	defav	0	1	1

VARIABLES GENERALES

N° ECHANGE	Ce_R[droite]	Ce_R[gauche]	Nb SET	BALLE	PHASE ATT	SUR ANAL
22	12	10	4	1	non	non

VARIABLES COTES SERVICE & LATERALITE

COTE S	LATS	LATR	RapLat	LatCot/S	LatCot/R	
gauche	droitier	droitier	identique	non	non	

VARIABLES OBSERVES & VARIABLES DE TERRAIN

POS SERV	LANCER BALLE	TYPE TERRAIN	SURF TER
centrée	devant	bois	rapide

VARIABLES LIEES AUX SCORES

SCORE JEU	SCORE SET	SCORE REN	SET PART	JEU PART	PERTE Pro
30/00	4/4	0/0	non	IND	IND

VARIABLES LIEES A LA STRATEGIE DU SERVICE GAGNANT

VAR LANCER	VAR STRAT	VAR PT PART	CARACT SERV
non	non	IND	varie rien
FREQUENCE	LISTE LANCER SG		
IND	IND IND IND IND IND		

VARIABLES LIEES A LA STRATEGIE DU POINT FAIBLE

CONNAIS.PTFA	PTFA	ZONE COUP_FB	EFFET THEORIQ
oui	revers	centre	IND

VARIABLES CONTENANT LES PREVISIONS

STRATEGIE	ZONE_CIBLE	TYPE_BALLE	
effet surprise (100)	centre (70)	plat (100)	

VARIABLES RESULTATS

VAL SERV	GAGNANT	STRATEG	PTFA REEL	ZONE CIBL	TYPE BAL
pos fav	serveur	pt faible	revers	croisée	plat

MATRICE MAT_LANCER_STRAT (droite/gauche)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SG	2	1	0	0	0	0	0	0
PF+SG	3	5	0	4	4	3	0	2

MATRICE MAT_ZONE_SG

	centre	croisee	joueur		centre	croisee	joueur
droite	3	0	0	gauche	0	0	0

MATRICE MAT_CARACT_SERVICE

----- POUR ZONE_CIBLE = CENTRE (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	0	2	0	0	1	0	0	0
LIFT	0	0	0	3	0	0	0	0
PLAT	0	1	0	0	2	0	0	1

----- POUR ZONE_CIBLE = CROISEE (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	1	0	0	0	0	0	0	0
LIFT	0	1	0	0	0	1	0	0
PLAT	0	0	0	0	1	0	0	0

----- POUR ZONE_CIBLE = JOUEUR (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	0	0	0	0	0	0	0	0
LIFT	0	0	0	1	0	2	0	0
PLAT	0	0	0	0	0	0	0	1

MATRICE DES POINTS FAIBLES MAT_PTFA

droite	revers	cp_droit	joueur	gauche	revers	cp_droit	joueur
Pos fav	2	1	0	pos fav	2	2	1
defav	1	0	1	defav	0	1	1

VARIABLES GENERALES

N° ECHANGE	Ce_R[droite]	Ce_R[gauche]	Nb SET	BALLE	PHASE_ATT	SUR_ANAL
23	13	10	4	1	non	non

VARIABLES COTES SERVICE & LATERALITE

COTE S	LATS	LATR	RapLat	LatCot/S	LatCot/R	
droite	droitier	droitier	identique	oui	oui	

VARIABLES OBSERVES & VARIABLES DE TERRAIN

POS_SERV	LANCER_BALLE	TYPE_TERRAIN	SURF_TER
centrée	devant	bois	rapide

VARIABLES LIEES AUX SCORES

SCORE JEU	SCORE SET	SCORE REN	SET_PART	JEU_PART	PERTE Pro
40/00	4/4	0/0	non	IND	IND

VARIABLES LIEES A LA STRATEGIE DU SERVICE GAGNANT

VAR_LANCER	VAR_STRAT	VAR_PT_PART	CARACT_SERV
non	non	IND	varie rien
FREQUENCE	LISTE_LANCER_SG		
IND	DEVANT		

VARIABLES LIEES A LA STRATEGIE DU POINT FAIBLE

CONNAIS.PTFA	PTFA	ZONE_COUP_FB	EFFET_THEORIQ
oui	revers	centre	IND

VARIABLES CONTENANT LES PREVISIONS

STRATEGIE	ZONE_CIBLE	TYPE_BALLE	
serv gagnant (100)	centre (100)	IND (100)	

VARIABLES RESULTATS

VAL_SERV	GAGNANT	STRATEG	PTFA REEL	ZONE_CIBL	TYPE_BAL
pos fav	serveur	serv gagnant	IND	centre	plat

MATRICE MAT_LANCER_STRAT (droite/gauche)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SG	3	1	0	0	0	0	0	0
PF+SG	4	5	0	4	4	3	0	2

MATRICE MAT_ZONE_SG

	centre	croisee	joueur		centre	croisee	joueur
droite	4	0	0	gauche	0	0	0

MATRICE MAT_CARACT_SERVICE

----- POUR ZONE_CIBLE = CENTRE (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	0	2	0	0	1	0	0	0
LIFT	0	0	0	3	0	0	0	0
PLAT	0	1	0	0	2	0	0	1

----- POUR ZONE_CIBLE = CROISEE (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	1	0	0	0	0	0	0	0
LIFT	0	1	0	0	0	1	0	0
PLAT	0	0	0	0	1	0	0	0

----- POUR ZONE_CIBLE = JOUEUR (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	0	0	0	0	0	0	0	0
LIFT	0	0	0	1	0	2	0	0
PLAT	0	0	0	0	0	0	0	1

MATRICE DES POINTS FAIBLES MAT_PTFA

droite	revers	cp_droit	joueur	gauche	revers	cp_droit	joueur
Pos_fav	2	1	0	pos_fav	2	2	1
defav	1	0	1	defav	0	1	1

VARIABLES GENERALES

N° ECHANGE	Ce_R[droite]	Ce_R[gauche]	Nb SET	BALLE	PHASE ATT	SUR ANAL
24	13	11	4	1	non	non

VARIABLES COTES SERVICE & LATERALITE

COTE S	LATS	LATR	RapLat	LatCot/S	LatCot/R	
gauche	droitier	droitier	identique	non	non	

VARIABLES OBSERVES & VARIABLES DE TERRAIN

POS SERV	LANCER BALLE	TYPE TERRAIN	SURF TER
centrée	devant	bois	rapide

VARIABLES LIEES AUX SCORES

SCORE JEU	SCORE SET	SCORE REN	SET PART	JEU PART	PERTE Pro
45/00	4/4	0/0	non	IND	IND

VARIABLES LIEES A LA STRATEGIE DU SERVICE GAGNANT

VAR LANCER	VAR STRAT	VAR PT PART	CARACT SERV
non	non	IND	varie rien
FREQUENCE	LISTE LANCER SG		
IND	IND	IND	IND

VARIABLES LIEES A LA STRATEGIE DU POINT FAIBLE

CONNAIS.PTFA	PTFA	ZONE COUP FB	EFFET THEORIQ
oul	revers	croisée	IND

VARIABLES CONTENANT LES PREVISIONS

STRATEGIE	ZONE CIBLE	TYPE BALLE	
pt faible (100)	croisée (100)	lift (100)	

VARIABLES RESULTATS

VAL SERV	GAGNANT	STRATEG	PTFA REEL	ZONE CIBL	TYPE BAL
pos fav	serveur	pt faible	coup droit	centre	plat

MATRICE MAT_LANCER_STRAT (droite/gauche)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SG	3	1	0	0	0	0	0	0
PF+SG	4	5	0	4	5	3	0	2

MATRICE MAT_ZONE_SG

	centre	croisee	joueur		centre	croisee	joueur
droite	4	0	0	gauche	0	0	0

MATRICE MAT_CARACT_SERVICE

----- POUR ZONE_CIBLE = CENTRE (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	0	2	0	0	1	0	0	0
LIFT	0	0	0	3	0	0	0	0
PLAT	0	1	0	0	3	0	0	1

----- POUR ZONE_CIBLE = CROISEE (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	1	0	0	0	0	0	0	0
LIFT	0	1	0	0	0	1	0	0
PLAT	0	0	0	0	1	0	0	0

----- POUR ZONE_CIBLE = JOUEUR (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	0	0	0	0	0	0	0	0
LIFT	0	0	0	1	0	2	0	0
PLAT	0	0	0	0	0	0	0	1

MATRICE DES POINTS FAIBLES MAT_PTFA

droite	revers	cp_droit	joueur	gauche	revers	cp_droit	joueur
Pos fav	2	1	0	pos fav	2	3	1
defav	1	0	1	defav	0	1	1

VARIABLES GENERALES

N° ECHANGE	Ce_R[droite]	Ce_R[gauche]	Nb SET	BALLE	PHASE ATT	SUR ANAL
25	14	11	5	1	non	non

VARIABLES COTES SERVICE & LATERALITE

COTE S	LATS	LATR	RapLat	LatCot/S	LatCot/R	
droite	droitier	droitier	identique	oui	oui	

VARIABLES OBSERVES & VARIABLES DE TERRAIN

POS SERV	LANCER BALLE	TYPE TERRAIN	SURF TER
centrée	arrière	bois	rapide

VARIABLES LIEES AUX SCORES

SCORE JEU	SCORE SET	SCORE REN	SET PART	JEU PART	PERTE Pro
00/15	5/5	0/0	non	IND	IND

VARIABLES LIEES A LA STRATEGIE DU SERVICE GAGNANT

VAR LANCER	VAR STRAT	VAR PT PART	CARACT SERV
non	non	IND	varie rien
FREQUENCE	LISTE LANCER SG		
IND	DEVANT		

VARIABLES LIEES A LA STRATEGIE DU POINT FAIBLE

CONNAIS.PTFA	PTFA	ZONE COUP_FB	EFFET THEORIQ
oui	revers	centre	IND

VARIABLES CONTENANT LES PREVISIONS

STRATEGIE	ZONE CIBLE	TYPE BALLE	
pt faible (100)	centre (100)	lift (100)	

VARIABLES RESULTATS

VAL SERV	GAGNANT	STRATEG	PTFA REEL	ZONE CIBL	TYPE BAL
neutre	relanceur	pt faible	revers	centre	lift

MATRICE MAT_LANCER_STRAT (droite/gauche)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SG	3	1	0	0	0	0	0	0
PF+SG	4	5	0	5	5	3	0	2

MATRICE MAT_ZONE_SG

	centre	croisee	joueur		centre	croisee	joueur
droite	4	0	0	gauche	0	0	0

MATRICE MAT_CARACT_SERVICE

----- POUR ZONE_CIBLE = CENTRE (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	0	2	0	0	1	0	0	0
LIFT	0	0	0	4	0	0	0	0
PLAT	0	1	0	0	3	0	0	1

----- POUR ZONE_CIBLE = CROISEE (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	1	0	0	0	0	0	0	0
LIFT	0	1	0	0	0	1	0	0
PLAT	0	0	0	0	1	0	0	0

----- POUR ZONE_CIBLE = JOUEUR (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	0	0	0	0	0	0	0	0
LIFT	0	0	0	1	0	2	0	0
PLAT	0	0	0	0	0	0	0	1

MATRICE DES POINTS FAIBLES MAT_PTFA

droite	revers	cp_droit	joueur	gauche	revers	cp_droit	joueur
Pos fav	2	1	0	pos fav	2	3	1
defav	1	0	1	defav	0	1	1

VARIABLES GENERALES

N° ECHANGE	Ce R[droite]	Ce R[gauche]	Nb SET	BALLE	PHASE ATT	SUR ANAL
26	14	12	5	1	non	non

VARIABLES COTES SERVICE & LATERALITE

COTE S	LATS	LATR	RapLat	LatCot/S	LatCot/R	
gauche	droitier	droitier	identique	non	non	

VARIABLES OBSERVES & VARIABLES DE TERRAIN

POS SERV	LANCER BALLE	TYPE TERRAIN	SURF TER
centrée	devant	bois	rapide

VARIABLES LIEES AUX SCORES

SCORE JEU	SCORE SET	SCORE REN	SET PART	JEU PART	PERTE Pro
15/15	5/5	0/0	non	IND	IND

VARIABLES LIEES A LA STRATEGIE DU SERVICE GAGNANT

VAR LANCER					VAR STRAT					VAR PT PART					CARACT SERV				
non					non					IND					varie rien				
FREQUENCE					LISTE LANCER SG														
IND					IND IND IND IND IND														

VARIABLES LIEES A LA STRATEGIE DU POINT FAIBLE

CONNAIS.PTFA	PTFA	ZONE COUP FB	EFFET THEORIQ
oui	revers	croisée	IND

VARIABLES CONTENANT LES PREVISIONS

STRATEGIE	ZONE CIBLE	TYPE BALLE	
pt faible (100)	croisée (100)	plat (100)	

VARIABLES RESULTATS

VAL SERV	GAGNANT	STRATEG	PTFA REEL	ZONE CIBL	TYPE BAL
pos fav	serveur	serv gagnant	IND	croisée	plat

MATRICE MAT LANCER STRAT (droite/gauche)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SG	3	1	0	0	1	0	0	0
PF+SG	4	5	0	5	6	3	0	2

MATRICE MAT ZONE SG

	centre	croisee	joueur		centre	croisee	joueur
droite	4	0	0	gauche	0	1	0

MATRICE MAT_CARACT_SERVICE

----- POUR ZONE_CIBLE = CENTRE (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	0	2	0	0	1	0	0	0
LIFT	0	0	0	4	0	0	0	0
PLAT	0	1	0	0	3	0	0	1

----- POUR ZONE_CIBLE = CROISEE (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	1	0	0	0	0	0	0	0
LIFT	0	1	0	0	0	1	0	0
PLAT	0	0	0	0	1	0	0	0

----- POUR ZONE_CIBLE = JOUEUR (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	0	0	0	0	0	0	0	0
LIFT	0	0	0	1	0	2	0	0
PLAT	0	0	0	0	0	0	0	1

MATRICE DES POINTS FAIBLES MAT_PTFA

droite	revers	cp_droit	joueur	gauche	revers	cp_droit	joueur
Pos fav	2	1	0	pos fav	2	3	1
defav	1	0	1	defav	0	1	1

VARIABLES GENERALES

N° ECHANGE	Ce R[droite]	Ce R[gauche]	Nb SET	BALLE	PHASE ATT	SUR ANAL
27	15	12	5	1	non	non

VARIABLES COTES SERVICE & LATERALITE

COTE S	LATS	LATR	RapLat	LatCot/S	LatCot/R	
droite	droitier	droitier	identique	oui	oui	

VARIABLES OBSERVES & VARIABLES DE TERRAIN

POS SERV	LANCER BALLE	TYPE TERRAIN	SURF TER
centrée	arrière	bois	rapide

VARIABLES LIEES AUX SCORES

SCORE JEU	SCORE SET	SCORE REN	SET PART	JEU PART	PERTE Pro
30/15	5/5	0/0	non	IND	IND

VARIABLES LIEES A LA STRATEGIE DU SERVICE GAGNANT

VAR LANCER	VAR STRAT	VAR PT PART	CARACT SERV
non	non	IND	varie rien
FREQUENCE	LISTE LANCER SG		
IND	DEVANT		

VARIABLES LIEES A LA STRATEGIE DU POINT FAIBLE

CONNAIS.PTFA	PTFA	ZONE COUP_FB	EFFET THEORIQ
oui	revers	centre	IND

VARIABLES CONTENANT LES PREVISIONS

STRATEGIE	ZONE CIBLE	TYPE_BALLE	
pt faible (100)	centre (100)	lift (100)	

VARIABLES RESULTATS

VAL SERV	GAGNANT	STRATEG	PTFA REEL	ZONE CIBL	TYPE BAL
neutre	serveur	pt faible	coup droit	croisée	lift

MATRICE MAT LANCER STRAT (droite/gauche)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SG	3	1	0	0	1	0	0	0
PF+SG	4	5	0	6	6	3	0	2

MATRICE MAT_ZONE SG

	centre	croisee	joueur		centre	croisee	joueur
droite	4	0	0	gauche	0	1	0

MATRICE MAT_CARACT_SERVICE

----- POUR ZONE_CIBLE = CENTRE (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	0	2	0	0	1	0	0	0
LIFT	0	0	0	4	0	0	0	0
PLAT	0	1	0	0	3	0	0	1

----- POUR ZONE_CIBLE = CROISEE (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	1	0	0	0	0	0	0	0
LIFT	0	1	0	1	0	1	0	0
PLAT	0	0	0	0	1	0	0	0

----- POUR ZONE_CIBLE = JOUEUR (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	0	0	0	0	0	0	0	0
LIFT	0	0	0	1	0	2	0	0
PLAT	0	0	0	0	0	0	0	1

MATRICE DES POINTS FAIBLES MAT_PTFA

droite	revers	cp_droit	joueur	gauche	revers	cp_droit	joueur
Pos fav	2	1	0	pos_fav	2	3	1
defav	1	0	1	defav	0	1	1

N° ECHANGE	Ce_R(droite)	Ce_R(gauche)	Nb SET	BALLE	PHASE_ATT	SUR_ANAL
28	15	13	5	2	non	non

VARIABLES COTES SERVICE & LATERALITE

COTE S	LATS	LATR	RapLat	LatCot/S	LatCot/R	
gauche	droitier	droitier	identique	non	non	

VARIABLES OBSERVES & VARIABLES DE TERRAIN

POS SERV	LANCER BALLE	TYPE TERRAIN	SURF TER
centrée	arrière	bois	rapide

VARIABLES LIEES AUX SCORES

SCORE JEU	SCORE SET	SCORE REN	SET_PART	JEU_PART	PERTE Pro
40/15	5/5	0/0	non	IND	IND

VARIABLES LIEES A LA STRATEGIE DU SERVICE GAGNANT

VAR LANCER	VAR STRAT	VAR PT PART	CARACT SERV
non	non	IND	varie rien
FREQUENCE	LISTE LANCER SG		
IND	IND IND IND IND IND		

VARIABLES LIEES A LA STRATEGIE DU POINT FAIBLE

CONNAIS.PTFA	PTFA	ZONE COUP_FB	EFFET_THEORIQ
oui	revers	croisée	IND

VARIABLES CONTENANT LES PREVISIONS

STRATEGIE	ZONE CIBLE	TYPE BALLE	
pt faible (100)	croisée (90)	lift (100)	

VARIABLES RESULTATS

VAL SERV	GAGNANT	STRATEG	PTFA REEL	ZONE CIBL	TYPE BAL
pos fav	serveur	pt faible	revers	croisée	lift

MATRICE MAT_LANCER_STRAT (droite/gauche)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SG	3	1	0	0	1	0	0	0
PF+SG	4	5	0	6	6	3	0	3

MATRICE MAT_ZONE_SG

	centre	croisee	joueur		centre	croisee	joueur
droite	4	0	0	gauche	0	1	0

MATRICE MAT_CARACT_SERVICE

----- POUR ZONE_CIBLE = CENTRE (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	0	2	0	0	1	0	0	0
LIFT	0	0	0	4	0	0	0	0
PLAT	0	1	0	0	3	0	0	1

----- POUR ZONE_CIBLE = CROISEE (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	1	0	0	0	0	0	0	0
LIFT	0	1	0	1	0	1	0	1
PLAT	0	0	0	0	1	0	0	0

----- POUR ZONE_CIBLE = JOUEUR (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	0	0	0	0	0	0	0	0
LIFT	0	0	0	1	0	2	0	0
PLAT	0	0	0	0	0	0	0	1

MATRICE DES POINTS FAIBLES MAT_PTFA

droite	revers	cp_droit	joueur	gauche	revers	cp_droit	joueur
Pos_fav	2	1	0	pos_fav	3	3	1
defav	1	0	1	defav	0	1	1

N° ECHANGE	Ce_R[droite]	Ce_R[gauche]	Nb SET	BALLE	PHASE_ATT	SUR_ANAL
29	16	13	5	1	non	non

VARIABLES COTES SERVICE & LATERALITE

COTE S	LATS	LATR	RapLat	LatCot/S	LatCot/R	
droite	droitier	droitier	identique	oui	oui	

VARIABLES OBSERVES & VARIABLES DE TERRAIN

POS SERV	LANCER BALLE	TYPE TERRAIN	SURF TER
centrée	arrière	bois	rapide

VARIABLES LIEES AUX SCORES

SCORE JEU	SCORE SET	SCORE REN	SET PART	JEU PART	PERTE Pro
40/30	5/5	0/0	non	IND	IND

VARIABLES LIEES A LA STRATEGIE DU SERVICE GAGNANT

VAR LANCER	VAR STRAT	VAR PT PART	CARACT SERV
non	non	IND	varie rien
FREQUENCE		LISTE LANCER SG	
IND		DEVANT	

VARIABLES LIEES A LA STRATEGIE DU POINT FAIBLE

CONNAIS.PTFA	PTFA	ZONE COUP_FB	EFFET THEORIQ
oui	revers	centre	IND

VARIABLES CONTENANT LES PREVISIONS

STRATEGIE	ZONE CIBLE	TYPE BALLE	
pt faible (100)	centre (100)	lift (100)	

VARIABLES RESULTATS

VAL SERV	GAGNANT	STRATEG	PTFA REEL	ZONE CIBL	TYPE BAL
pos fav	relanceur	serv gagnant	IND	centre	plat

MATRICE MAT_LANCER_STRAT (droite/gauche)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SG	3	1	0	1	1	0	0	0
PF+SG	4	5	0	7	6	3	0	3

MATRICE MAT_ZONE_SG

	centre	croisee	joueur		centre	croisee	joueur
droite	5	0	0	gauche	0	1	0

MATRICE MAT_CARACT_SERVICE

----- POUR ZONE_CIBLE = CENTRE (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	0	2	0	0	1	0	0	0
LIFT	0	0	0	4	0	0	0	0
PLAT	0	1	0	0	3	0	0	1

----- POUR ZONE_CIBLE = CROISEE (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	1	0	0	0	0	0	0	0
LIFT	0	1	0	1	0	1	0	1
PLAT	0	0	0	0	1	0	0	0

----- POUR ZONE_CIBLE = JOUEUR (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	0	0	0	0	0	0	0	0
LIFT	0	0	0	1	0	2	0	0
PLAT	0	0	0	0	0	0	0	1

MATRICE DES POINTS FAIBLES MAT_PTFA

droite	revers	cp_droit	joueur	gauche	revers	cp_droit	joueur
Pos fav	2	1	0	pos fav	3	3	1
defav	1	0	1	defav	0	1	1

N° ECHANGE	Ce R[droite]	Ce R[gauche]	Nb SET	BALLE	PHASE ATT	SUR ANAL
30	16	14	5	2	non	non

VARIABLES COTES SERVICE & LATERALITE

COTE S	LATS	LATR	RapLat	LatCot/S	LatCot/R	
gauche	droitier	droitier	identique	non	non	

VARIABLES OBSERVES & VARIABLES DE TERRAIN

POS SERV	LANCER BALLE	TYPE TERRAIN	SURF TER
centrée	arrière	bois	rapide

VARIABLES LIEES AUX SCORES

SCORE JEU	SCORE SET	SCORE REN	SET PART	JEU PART	PERTE Pro
40/40	5/5	0/0	non	IND	IND

VARIABLES LIEES A LA STRATEGIE DU SERVICE GAGNANT

VAR LANCER	VAR STRAT	VAR PT PART	CARACT SERV
non	non	IND	varie rien
FREQUENCE	LISTE LANCER SG		
IND			

VARIABLES LIEES A LA STRATEGIE DU POINT FAIBLE

CONNAIS.PTFA	PTFA	ZONE COUP FB	EFFET THEORIQ
oui	revers	croisée	IND

VARIABLES CONTENANT LES PREVISIONS

STRATEGIE	ZONE CIBLE	TYPE BALLE	
pt faible (100)	croisée (100)	lift (100)	

VARIABLES RESULTATS

VAL SERV	GAGNANT	STRATEG	PTFA REEL	ZONE CIBL	TYPE BAL
pos défav	relanceur	pt faible	revers	croisée	plat

MATRICE MAT LANCER STRAT (droite/gauche)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SG	3	1	0	1	1	0	0	0
PF+SG	4	5	0	7	6	3	0	4

MATRICE MAT ZONE SG

	centre	croisee	joueur		centre	croisee	joueur
droite	5	0	0	gauche	0	1	0

MATRICE MAT_CARACT_SERVICE

----- POUR ZONE_CIBLE = CENTRE (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	0	2	0	0	1	0	0	0
LIFT	0	0	0	4	0	0	0	0
PLAT	0	1	0	0	3	0	0	1

----- POUR ZONE_CIBLE = CROISEE (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	1	0	0	0	0	0	0	0
LIFT	0	1	0	1	0	1	0	1
PLAT	0	0	0	0	1	0	0	1

----- POUR ZONE_CIBLE = JOUEUR (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	0	0	0	0	0	0	0	0
LIFT	0	0	0	1	0	2	0	0
PLAT	0	0	0	0	0	0	0	1

MATRICE DES POINTS FAIBLES MAT_PTFA

droite	revers	cp_droit	joueur	gauche	revers	cp_droit	joueur
Pos fav	2	1	0	pos fav	3	3	1
defav	1	0	1	defav	1	1	1

N° ECHANGE	Ce R(droite)	Ce R(gauche)	Nb SET	BALLE	PHASE ATT	SUR ANAL
31	17	14	5	2	non	non

VARIABLES COTES SERVICE & LATERALITE

COTE S	LATS	LATR	RapLat	LatCot/S	LatCot/R	
droite	droitier	droitier	identique	oui	oui	

VARIABLES OBSERVES & VARIABLES DE TERRAIN

POS SERV	LANCER BALLE	TYPE TERRAIN	SURF TER
centrée	haut	bois	rapide

VARIABLES LIEES AUX SCORES

SCORE JEU	SCORE SET	SCORE REN	SET PART	JEU PART	PERTE Pro
40/45	5/5	0/0	non	IND	IND

VARIABLES LIEES A LA STRATEGIE DU SERVICE GAGNANT

VAR LANCER	VAR STRAT	VAR PT PART	CARACT SERV
non	non	IND	varie rien
FREQUENCE		LISTE LANCER SG	
IND			

VARIABLES LIEES A LA STRATEGIE DU POINT FAIBLE

CONNAIS.PTFA	PTFA	ZONE COUP FB	EFFET THEORIQ
oui	revers	centre	IND

VARIABLES CONTENANT LES PREVISIONS

STRATEGIE	ZONE CIBLE	TYPE BALLE	
pt faible (100)	centre (100)	slice (100)	

VARIABLES RESULTATS

VAL SERV	GAGNANT	STRATEG	PTFA REEL	ZONE CIBL	TYPE BAL
pos fav	relanceur	pt faible	joueur	joueur	slice

MATRICE MAT LANCER STRAT (droite/gauche)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SG	3	1	0	1	1	0	0	0
PF+SG	4	6	0	7	6	3	0	4

MATRICE MAT ZONE SG

	centre	croisee	joueur		centre	croisee	joueur
droite	5	0	0	gauche	0	1	0

MATRICE MAT_CARACT_SERVICE

----- POUR ZONE_CIBLE = CENTRE (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	0	2	0	0	1	0	0	0
LIFT	0	0	0	4	0	0	0	0
PLAT	0	1	0	0	3	0	0	1

----- POUR ZONE_CIBLE = CROISEE (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	1	0	0	0	0	0	0	0
LIFT	0	1	0	1	0	1	0	1
PLAT	0	0	0	0	1	0	0	1

----- POUR ZONE_CIBLE = JOUEUR (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	0	1	0	0	0	0	0	0
LIFT	0	0	0	1	0	2	0	0
PLAT	0	0	0	0	0	0	0	1

MATRICE DES POINTS FAIBLES MAT_PTFA

droite	revers	cp_droit	joueur	gauche	revers	cp_droit	joueur
Pos fav	2	1	1	pos fav	3	3	1
defav	1	0	1	defav	1	1	1

N° ECHANGE	Ce R[droite]	Ce R[gauche]	Nb SET	BALLE	PHASE ATT	SUR ANAL
32	17	15	5	1	non	non

VARIABLES COTES SERVICE & LATERALITE

COTE S	LATS	LATR	RapLat	LatCot/S	LatCot/R	
gauche	droitier	droitier	identique	non	non	

VARIABLES OBSERVES & VARIABLES DE TERRAIN

POS SERV	LANCER BALLE	TYPE TERRAIN	SURF TER
centrée	devant	bois	rapide

VARIABLES LIEES AUX SCORES

SCORE JEU	SCORE SET	SCORE REN	SET PART	JEU PART	PERTE Pro
40/50	5/5	0/0	non	IND	IND

VARIABLES LIEES A LA STRATEGIE DU SERVICE GAGNANT

VAR LANCER	VAR STRAT	VAR PT PART	CARACT SERV
non	non	IND	varle rien
FREQUENCE	LISTE LANCER SG		
IND			

VARIABLES LIEES A LA STRATEGIE DU POINT FAIBLE

CONNAIS.PTFA	PTFA	ZONE COUP FB	EFFET THEORIQ
oui	revers	croisée	IND

VARIABLES CONTENANT LES PREVISIONS

STRATEGIE	ZONE CIBLE	TYPE BALLE	
pt faible (100)	croisée (100)	lift (100)	

VARIABLES RESULTATS

VAL SERV	GAGNANT	STRATEG	PTFA REEL	ZONE CIBL	TYPE BAL
pos defav	relanceur	pt faible	revers	croisée	plat

MATRICE MAT LANCER STRAT (droite/gauche)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SG	3	1	0	1	1	0	0	0
PF+SG	4	6	0	7	7	3	0	4

MATRICE MAT ZONE SG

	centre	croisee	joueur		centre	croisee	joueur
droite	5	0	0	gauche	0	1	0

MATRICE MAT_CARACT_SERVICE

----- POUR ZONE_CIBLE = CENTRE (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	0	2	0	0	1	0	0	0
LIFT	0	0	0	4	0	0	0	0
PLAT	0	1	0	0	3	0	0	1

----- POUR ZONE_CIBLE = CROISEE (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	1	0	0	0	0	0	0	0
LIFT	0	1	0	1	0	1	0	1
PLAT	0	0	0	0	2	0	0	1

----- POUR ZONE_CIBLE = JOUEUR (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	0	1	0	0	0	0	0	0
LIFT	0	0	0	1	0	2	0	0
PLAT	0	0	0	0	0	0	0	1

MATRICE DES POINTS FAIBLES MAT PTFA

droite	revers	cp_droit	joueur	gauche	revers	cp_droit	joueur
Pos fav	2	1	1	pos fav	3	3	1
defav	1	0	1	defav	2	1	1

N° ECHANGE	Ce R[droite]	Ce R[gauche]	Nb SET	BALLE	PHASE ATT	SUR ANAL
33	18	15	6	1	non	non

VARIABLES COTES SERVICE & LATERALITE

COTE S	LATS	LATR	RapLat	LatCot/S	LatCot/R	
droite	droitier	droitier	identique	oui	oui	

VARIABLES OBSERVES & VARIABLES DE TERRAIN

POS SERV	LANCER BALLE	TYPE TERRAIN	SURF TER
centrée	haut	bois	rapide

VARIABLES LIEES AUX SCORES

SCORE JEU	SCORE SET	SCORE REN	SET PART	JEU PART	PERTE Pro
15/00	1/0	0/1	non	IND	IND

VARIABLES LIEES A LA STRATEGIE DU SERVICE GAGNANT

VAR LANCER	VAR STRAT	VAR PT PART	CARACT SERV
non	non	IND	varie rien
FREQUENCE	LISTE LANCER SG		
IND	devant		

VARIABLES LIEES A LA STRATEGIE DU POINT FAIBLE

CONNAIS.PTFA	PTFA	ZONE COUP_FB	EFFET THEORIQ
oui	revers	centre	IND

VARIABLES CONTENANT LES PREVISIONS

STRATEGIE	ZONE CIBLE	TYPE BALLE	
pt faible (100)	centre (100)	slice (100)	

VARIABLES RESULTATS

VAL SERV	GAGNANT	STRATEG	PTFA REEL	ZONE CIBL	TYPE BAL
neutre	serveur	pt faible	joueur	joueur	slice

MATRICE MAT LANCER STRAT (droite/gauche)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SG	3	1	0	1	1	0	0	0
PF+SG	4	7	0	7	7	3	0	4

MATRICE MAT ZONE SG

	centre	croisee	joueur		centre	croisee	joueur
droite	5	0	0	gauche	0	1	0

MATRICE MAT_CARACT_SERVICE

----- POUR ZONE_CIBLE = CENTRE (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	0	2	0	0	1	0	0	0
LIFT	0	0	0	4	0	0	0	0
PLAT	0	1	0	0	3	0	0	1

----- POUR ZONE_CIBLE = CROISEE (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	1	0	0	0	0	0	0	0
LIFT	0	1	0	1	0	1	0	1
PLAT	0	0	0	0	2	0	0	1

----- POUR ZONE_CIBLE = JOUEUR (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	0	2	0	0	0	0	0	0
LIFT	0	0	0	1	0	2	0	0
PLAT	0	0	0	0	0	0	0	1

MATRICE DES POINTS FAIBLES MAT PTFA

droite	revers	cp_droit	joueur	gauche	revers	cp_droit	joueur
Pos fav	2	1	1	pos fav	3	3	1
defav	1	0	1	defav	2	1	1

N° ECHANGE	Ce R[droite]	Ce R[gauche]	Nb SET	BALLE	PHASE ATT	SUR ANAL
34	18	16	6	1	non	non

VARIABLES COTES SERVICE & LATERALITE

COTE S	LATS	LATR	RapLat	LatCot/S	LatCot/R	
gauche	droitier	droitier	identique	non	non	

VARIABLES OBSERVES & VARIABLES DE TERRAIN

POS SERV	LANCER BALLE	TYPE TERRAIN	SURF TER
centrée	haut	bois	rapide

VARIABLES LIEES AUX SCORES

SCORE JEU	SCORE SET	SCORE REN	SET PART	JEU PART	PERTE Pro
15/15	1/0	0/1	non	IND	IND

VARIABLES LIEES A LA STRATEGIE DU SERVICE GAGNANT

VAR LANCER	VAR STRAT	VAR PT PART	CARACT SERV
non	non	IND	varié rien
FREQUENCE	LISTE LANCER SG		
IND	devant		

VARIABLES LIEES A LA STRATEGIE DU POINT FAIBLE

CONNAIS.PTFA	PTFA	ZONE COUP FB	EFFET THEORIQ
oui	revers	croisée	IND

VARIABLES CONTENANT LES PREVISIONS

STRATEGIE	ZONE CIBLE	TYPE BALLE	
pt faible (100)	croisée (100)	lift (100)	

VARIABLES RESULTATS

VAL SERV	GAGNANT	STRATEG	PTFA REEL	ZONE CIBL	TYPE BAL
pos defav	relanceur	pt faible	revers	croisée	lift

MATRICE MAT LANCER STRAT (droite/gauche)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SG	3	1	0	1	1	0	0	0
PF+SG	4	7	0	7	7	4	0	4

MATRICE MAT_ZONE SG

	centre	croisee	joueur		centre	croisee	joueur
droite	5	0	0	gauche	0	1	0

MATRICE MAT_CARACT_SERVICE

----- POUR ZONE_CIBLE = CENTRE (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	0	2	0	0	1	0	0	0
LIFT	0	0	0	4	0	0	0	0
PLAT	0	1	0	0	3	0	0	1

----- POUR ZONE_CIBLE = CROISEE (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	1	0	0	0	0	0	0	0
LIFT	0	1	0	1	0	2	0	1
PLAT	0	0	0	0	2	0	0	1

----- POUR ZONE_CIBLE = JOUEUR (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	0	2	0	0	0	0	0	0
LIFT	0	0	0	1	0	2	0	0
PLAT	0	0	0	0	0	0	0	1

MATRICE DES POINTS FAIBLES MAT_PTFA

droite	revers	cp_droit	joueur	gauche	revers	cp_droit	joueur
Pos fav	2	1	1	pos fav	3	3	1
defav	1	0	1	defav	3	1	1

VARIABLES GENERALES

N° ECHANGE	Ce R[droite]	Ce R[gauche]	Nb SET	BALLE	PHASE ATT	SUR ANAL
35	19	16	6	1	non	non

VARIABLES COTES SERVICE & LATERALITE

COTE S	LATS	LATR	RapLat	LatCot/S	LatCot/R	
droite	droitier	droitier	identique	oui	oui	

VARIABLES OBSERVES & VARIABLES DE TERRAIN

POS SERV	LANCER BALLE	TYPE TERRAIN	SURF TER
centrée	arrière	bois	rapide

VARIABLES LIEES AUX SCORES

SCORE JEU	SCORE SET	SCORE REN	SET PART	JEU PART	PERTE Pro
30/15	1/0	0/1	non	IND	IND

VARIABLES LIEES A LA STRATEGIE DU SERVICE GAGNANT

VAR LANCER	VAR STRAT	VAR PT PART	CARACT SERV
non	non	IND	varie rien
FREQUENCE	LISTE LANCER SG		
IND	devant		

VARIABLES LIEES A LA STRATEGIE DU POINT FAIBLE

CONNAIS.PTFA	PTFA	ZONE COUP FB	EFFET THEORIQ
oui	coup droit	croisée	IND

VARIABLES CONTENANT LES PREVISIONS

STRATEGIE	ZONE CIBLE	TYPE BALLE	
pt faible (100)	croisée (100)	lift (100)	

VARIABLES RESULTATS

VAL SERV	GAGNANT	STRATEG	PTFA REEL	ZONE CIBL	TYPE BAL
pos fav	serveur	serv gagnant	IND	centre	plat

MATRICE MAT LANCER STRAT (droite/gauche)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SG	3	1	0	2	1	0	0	0
PF+SG	4	7	0	8	7	4	0	4

MATRICE MAT ZONE SG

	centre	croisee	joueur		centre	croisee	joueur
droite	6	0	0	gauche	0	1	0

MATRICE MAT_CARACT_SERVICE

----- POUR ZONE CIBLE = CENTRE (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	0	2	0	0	1	0	0	0
LIFT	0	0	0	4	0	0	0	0
PLAT	0	1	0	0	3	0	0	1

----- POUR ZONE CIBLE = CROISEE (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	1	0	0	0	0	0	0	0
LIFT	0	1	0	1	0	2	0	1
PLAT	0	0	0	0	2	0	0	1

----- POUR ZONE CIBLE = JOUEUR (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	0	2	0	0	0	0	0	0
LIFT	0	0	0	1	0	2	0	0
PLAT	0	0	0	0	0	0	0	1

MATRICE DES POINTS FAIBLES MAT PTFA

droite	revers	cp_droit	joueur	gauche	revers	cp_droit	joueur
Pos_fav	2	1	1	pos_fav	3	3	1
defav	1	0	1	defav	3	1	1

VARIABLES GENERALES

N° ECHANGE	Ce R[droite]	Ce R[gauche]	Nb SET	BALLE	PHASE ATT	SUR ANAL
36	19	17	6	2	non	non

VARIABLES COTES SERVICE & LATERALITE

COTE S	LATS	LATR	RapLat	LatCot/S	LatCot/R	
gauche	droitier	droitier	Identique	non	non	

VARIABLES OBSERVES & VARIABLES DE TERRAIN

POS SERV	LANCER BALLE	TYPE TERRAIN	SURF TER
centrée	arrière	bols	rapide

VARIABLES LIEES AUX SCORES

SCORE JEU	SCORE SET	SCORE REN	SET PART	JEU PART	PERTE Pro
30/30	1/0	0/1	non	IND	IND

VARIABLES LIEES A LA STRATEGIE DU SERVICE GAGNANT

VAR LANCER	VAR STRAT	VAR PT PART	CARACT SERV
non	non	IND	varle rien
FREQUENCE	LISTE LANCER SG		
IND			

VARIABLES LIEES A LA STRATEGIE DU POINT FAIBLE

CONNAIS.PTFA	PTFA	ZONE COUP FB	EFFET THEORIQ
oui	coup droit	centre	IND

VARIABLES CONTENANT LES PREVISIONS

STRATEGIE	ZONE CIBLE	TYPE BALLE	
pt faible (100)	centre (100)	plat (100)	

VARIABLES RESULTATS

VAL SERV	GAGNANT	STRATEG	PTFA REEL	ZONE CIBL	TYPE BAL
neutre	relanceur	pt faible	revers	croisée	lift

MATRICE MAT LANCER STRAT (droite/gauche)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SG	3	1	0	2	1	0	0	0
PF+SG	4	7	0	8	7	4	0	5

MATRICE MAT ZONE SG

	centre	croisee	joueur		centre	croisee	joueur
droite	6	0	0	gauche	0	1	0

MATRICE MAT_CARACT_SERVICE

----- POUR ZONE CIBLE = CENTRE (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	0	2	0	0	1	0	0	0
LIFT	0	0	0	4	0	0	0	0
PLAT	0	1	0	0	3	0	0	1

----- POUR ZONE CIBLE = CROISEE (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	1	0	0	0	0	0	0	0
LIFT	0	1	0	1	0	2	0	2
PLAT	0	0	0	0	2	0	0	1

----- POUR ZONE CIBLE = JOUEUR (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	0	2	0	0	0	0	0	0
LIFT	0	0	0	1	0	2	0	0
PLAT	0	0	0	0	0	0	0	1

MATRICE DES POINTS FAIBLES MAT_PTFA

droite	revers	cp droit	joueur	gauche	revers	cp droit	joueur
Pos fav	2	1	1	pos fav	3	3	1
defav	1	0	1	defav	3	1	1

VARIABLES GENERALES

N° ECHANGE	Ce R[droite]	Ce R[gauche]	Nb SET	BALLE	PHASE_ATT	SUR_ANAL
37	20	17	6	2	non	non

VARIABLES COTES SERVICE & LATERALITE

COTE S	LATS	LATR	RapLat	LatCot/S	LatCot/R	
droite	droitier	droitier	identique	oui	oui	

VARIABLES OBSERVES & VARIABLES DE TERRAIN

POS SERV	LANCER BALLE	TYPE TERRAIN	SURF_TER
centrée	arrière	bois	rapide

VARIABLES LIEES AUX SCORES

SCORE JEU	SCORE SET	SCORE REN	SET PART	JEU PART	PERTE Pro
30/40	1/0	0/1	non	IND	IND

VARIABLES LIEES A LA STRATEGIE DU SERVICE GAGNANT

VAR LANCER	VAR STRAT	VAR_PT PART	CARACT SERV
oui	non	IND	varie lancer
FREQUENCE	LISTE LANCER SG		
IND	devant arrière		

VARIABLES LIEES A LA STRATEGIE DU POINT FAIBLE

CONNAIS.PTFA	PTFA	ZONE COUP FB	EFFET THEORIQ
oui	coup droit	croisée	IND

VARIABLES CONTENANT LES PREVISIONS

STRATEGIE	ZONE_CIBLE	TYPE BALLE	
pt faible (100)	croisée (100)	lift (100)	

VARIABLES RESULTATS

VAL SERV	GAGNANT	STRATEG	PTFA REEL	ZONE CIBL	TYPE BAL
pos defav	relanceur	pt faible	revers	centre	lift

MATRICE MAT LANCER STRAT (droite/gauche)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SG	3	1	0	2	1	0	0	0
PF+SG	4	7	0	9	7	4	0	5

MATRICE MAT_ZONE SG

	centre	croisee	joueur		centre	croisee	joueur
droite	6	0	0	gauche	0	1	0

MATRICE MAT_CARACT_SERVICE

----- POUR_ZONE_CIBLE = CENTRE (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	0	2	0	0	1	0	0	0
LIFT	0	0	0	5	0	0	0	0
PLAT	0	1	0	0	3	0	0	1

----- POUR_ZONE_CIBLE = CROISEE (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	1	0	0	0	0	0	0	0
LIFT	0	1	0	1	0	2	0	2
PLAT	0	0	0	0	2	0	0	1

----- POUR_ZONE_CIBLE = JOUEUR (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	0	2	0	0	0	0	0	0
LIFT	0	0	0	1	0	2	0	0
PLAT	0	0	0	0	0	0	0	1

MATRICE DES POINTS FAIBLES MAT_PTFA

droite	revers	cp_droit	joueur	gauche	revers	cp_droit	joueur
Pos_fav	2	1	1	pos_fav	3	3	1
defav	2	0	1	defav	3	1	1

VARIABLES GENERALES

N° ECHANGE	Ce R[droite]	Ce R[gauche]	Nb SET	BALLE	PHASE ATT	SUR ANAL
38	20	18	6	2	non	non

VARIABLES COTES SERVICE & LATERALITE

COTE S	LATS	LATR	RapLat	LatCot/S	LatCot/R	
gauche	droitier	droitier	identique	non	non	

VARIABLES OBSERVES & VARIABLES DE TERRAIN

POS SERV	LANCER BALLE	TYPE TERRAIN	SURF TER
centrée	devant	bois	rapide

VARIABLES LIEES AUX SCORES

SCORE JEU	SCORE SET	SCORE REN	SET PART	JEU PART	PERTE Pro
30/45	1/0	0/1	non	IND	IND

VARIABLES LIEES A LA STRATEGIE DU SERVICE GAGNANT

VAR LANCER	VAR STRAT	VAR PT PART	CARACT SERV
oui	non	IND	varie lancer
FREQUENCE	LISTE LANCER SG		
IND			

VARIABLES LIEES A LA STRATEGIE DU POINT FAIBLE

CONNAIS.PTFA	PTFA	ZONE COUP FB	EFFET THEORIQ
oui	coup droit	centre	IND

VARIABLES CONTENANT LES PREVISIONS

STRATEGIE	ZONE CIBLE	TYPE BALLE	
pt faible (100)	centre (100)	plat (100)	

VARIABLES RESULTATS

VAL SERV	GAGNANT	STRATEG	PTFA REEL	ZONE CIBL	TYPE BAL
faute	relanceur	IND	IND	IND	IND

MATRICE MAT LANCER STRAT (droite/gauche)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SG	3	1	0	2	1	0	0	0
PF+SG	4	7	0	9	7	4	0	5

MATRICE MAT ZONE SG

	centre	croisee	joueur		centre	croisee	joueur
droite	6	0	0	gauche	0	1	0

MATRICE MAT_CARACT_SERVICE

----- POUR ZONE CIBLE = CENTRE (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	0	2	0	0	1	0	0	0
LIFT	0	0	0	5	0	0	0	0
PLAT	0	1	0	0	3	0	0	1

----- POUR ZONE CIBLE = CROISEE (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	1	0	0	0	0	0	0	0
LIFT	0	1	0	1	0	2	0	2
PLAT	0	0	0	0	2	0	0	1

----- POUR ZONE CIBLE = JOUEUR (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	0	2	0	0	0	0	0	0
LIFT	0	0	0	1	0	2	0	0
PLAT	0	0	0	0	0	0	0	1

MATRICE DES POINTS FAIBLES MAT PTFA

droite	revers	cp_droit	joueur	gauche	revers	cp_droit	joueur
Pos fav	2	1	1	pos fav	3	3	1
defav	2	0	1	defav	3	1	1

VARIABLES GENERALES

N° ECHANGE	Ce R[droite]	Ce R[gauche]	Nb SET	BALLE	PHASE ATT	SUR ANAL
39	21	18	7	2	non	non

VARIABLES COTES SERVICE & LATERALITE

COTE S	LATS	LATR	RapLat	LatCot/S	LatCot/R	
droite	droitier	droitier	identique	oui	oui	

VARIABLES OBSERVES & VARIABLES DE TERRAIN

POS SERV	LANCER BALLE	TYPE TERRAIN	SURF TER
centrée	arrière	bois	rapide

VARIABLES LIEES AUX SCORES

SCORE JEU	SCORE SET	SCORE REN	SET PART	JEU PART	PERTE Pro
15/00	2/1	0/1	IND	IND	IND

VARIABLES LIEES A LA STRATEGIE DU SERVICE GAGNANT

VAR LANCER	VAR STRAT	VAR PT PART	CARACT SERV
oui	non	IND	varie lancer
FREQUENCE	LISTE LANCER SG		
IND	devant arrière		

VARIABLES LIEES A LA STRATEGIE DU POINT FAIBLE

CONNAIS.PTFA	PTFA	ZONE COUP_FB	EFFET THEORIQ
oui	coup droit	croisée	IND

VARIABLES CONTENANT LES PREVISIONS

STRATEGIE	ZONE CIBLE	TYPE BALLE	
pt faible (100)	croisée (100)	lift (100)	

VARIABLES RESULTATS

VAL SERV	GAGNANT	STRATEG	PTFA REEL	ZONE CIBL	TYPE BAL
neutre	serveur	pt faible	revers	centre	lift

MATRICE MAT LANCER STRAT (droite/gauche)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SG	3	1	0	2	1	0	0	0
PF+SG	4	7	0	10	7	4	0	5

MATRICE MAT ZONE SG

	centre	croisee	joueur		centre	croisee	joueur
droite	6	0	0	gauche	0	1	0

MATRICE MAT CARACT_SERVICE

----- POUR ZONE CIBLE = CENTRE (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	0	2	0	0	1	0	0	0
LIFT	0	0	0	6	0	0	0	0
PLAT	0	1	0	0	3	0	0	1

----- POUR ZONE CIBLE = CROISEE (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	1	0	0	0	0	0	0	0
LIFT	0	1	0	1	0	2	0	2
PLAT	0	0	0	0	2	0	0	1

----- POUR ZONE CIBLE = JOUEUR (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	0	2	0	0	0	0	0	0
LIFT	0	0	0	1	0	2	0	0
PLAT	0	0	0	0	0	0	0	1

MATRICE DES POINTS FAIBLES MAT PTFA

droite	revers	cp droit	joueur	gauche	revers	cp droit	joueur
Pos fav	2	1	1	pos fav	3	3	1
defav	2	0	1	defav	3	1	1

VARIABLES GENERALES

N° ECHANGE	Ce R[droite]	Ce R[gauche]	Nb SET	BALLE	PHASE ATT	SUR ANAL
40	21	19	7	2	non	non

VARIABLES COTES SERVICE & LATERALITE

COTE S	LATS	LATR	RapLat	LatCot/S	LatCot/R	
gauche	droitier	droitier	identique	non	non	

VARIABLES OBSERVES & VARIABLES DE TERRAIN

POS SERV	LANCER BALLE	TYPE TERRAIN	SURF TER
centrée	haut	bois	rapide

VARIABLES LIEES AUX SCORES

SCORE JEU	SCORE SET	SCORE REN	SET PART	JEU PART	PERTE Pro
15/15	2/1	0/1	IND	IND	IND

VARIABLES LIEES A LA STRATEGIE DU SERVICE GAGNANT

VAR LANCER	VAR STRAT	VAR PT PART	CARACT SERV
oui	non	IND	varie lancer
FREQUENCE	LISTE LANCER SG		
IND			

VARIABLES LIEES A LA STRATEGIE DU POINT FAIBLE

CONNAIS.PTFA	PTFA	ZONE COUP FB	EFFET THEORIQ
oui	coup droit	centre	IND

VARIABLES CONTENANT LES PREVISIONS

STRATEGIE	ZONE CIBLE	TYPE BALLE	
pt faible (100)	croisée (100)	lift (100)	

VARIABLES RESULTATS

VAL SERV	GAGNANT	STRATEG	PTFA REEL	ZONE CIBL	TYPE BAL
pos defav	relanceur	pt faible	revers	croisée	lift

MATRICE MAT LANCER STRAT (droite/gauche)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SG	3	1	0	2	1	0	0	0
PF+SG	4	7	0	10	7	5	0	5

MATRICE MAT ZONE SG

	centre	croisee	joueur		centre	croisee	joueur
droite	6	0	0	gauche	0	1	0

MATRICE MAT CARACT_SERVICE

----- POUR ZONE CIBLE = CENTRE (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	0	2	0	0	1	0	0	0
LIFT	0	0	0	6	0	0	0	0
PLAT	0	1	0	0	3	0	0	1

----- POUR ZONE CIBLE = CROISEE (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	1	0	0	0	0	0	0	0
LIFT	0	1	0	1	0	3	0	2
PLAT	0	0	0	0	2	0	0	1

----- POUR ZONE CIBLE = JOUEUR (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	0	2	0	0	0	0	0	0
LIFT	0	0	0	1	0	2	0	0
PLAT	0	0	0	0	0	0	0	1

MATRICE DES POINTS FAIBLES MAT PTFA

droite	revers	cp droit	joueur	gauche	revers	cp droit	joueur
Pos fav	2	1	1	pos fav	3	3	1
defav	2	0	1	defav	4	1	1

VARIABLES GENERALES

N° ECHANGE	Ce R[droite]	Ce R[gauche]	Nb SET	BALLE	PHASE ATT	SUR ANAL
41	22	19	7	1	non	non

VARIABLES COTES SERVICE & LATERALITE

COTE S	LATS	LATR	RapLat	LatCot/S	LatCot/R	
droite	droitier	droitier	identique	oui	oui	

VARIABLES OBSERVES & VARIABLES DE TERRAIN

POS SERV	LANCER BALLE	TYPE TERRAIN	SURF TER
centrée	arrière	bois	rapide

VARIABLES LIEES AUX SCORES

SCORE JEU	SCORE SET	SCORE REN	SET PART	JEU PART	PERTE Pro
30/15	2/1	0/1	IND	IND	IND

VARIABLES LIEES A LA STRATEGIE DU SERVICE GAGNANT

VAR LANCER	VAR STRAT	VAR PT PART	CARACT SERV
oui	non	IND	varie lancer
FREQUENCE	LISTE LANCER SG		
IND	devant arrière		

VARIABLES LIEES A LA STRATEGIE DU POINT FAIBLE

CONNAIS.PTFA	PTFA	ZONE COUP_FB	EFFET THEORIQ
oui	coup droit	centre	IND

VARIABLES CONTENANT LES PREVISIONS

STRATEGIE	ZONE CIBLE	TYPE BALLE	
serv. gagnant (100)	centre (100)	IND (100)	

VARIABLES RESULTATS

VAL SERV	GAGNANT	STRATEG	PTFA REEL	ZONE CIBL	TYPE BAL
neutre	serveur	pt faible	revers	centre	lift

MATRICE MAT LANCER STRAT (droite/gauche)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SG	3	1	0	2	1	0	0	0
PF+SG	4	7	0	11	7	5	0	5

MATRICE MAT_ZONE SG

	centre	croisee	joueur		centre	croisee	joueur
droite	6	0	0	gauche	0	1	0

MATRICE MAT_CARACT_SERVICE

----- POUR ZONE CIBLE = CENTRE (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	0	2	0	0	1	0	0	0
LIFT	0	0	0	7	0	0	0	0
PLAT	0	1	0	0	3	0	0	1

----- POUR ZONE CIBLE = CROISEE (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	1	0	0	0	0	0	0	0
LIFT	0	1	0	1	0	3	0	2
PLAT	0	0	0	0	2	0	0	1

----- POUR ZONE CIBLE = JOUEUR (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	0	2	0	0	0	0	0	0
LIFT	0	0	0	1	0	2	0	0
PLAT	0	0	0	0	0	0	0	1

MATRICE DES POINTS FAIBLES MAT_PTFA

droite	revers	cp_droit	joueur	gauche	revers	cp_droit	joueur
Pos fav	2	1	1	pos fav	3	3	1
defav	2	0	1	defav	4	1	1

VARIABLES GENERALES

N° ECHANGE	Ce R[droite]	Ce R[gauche]	Nb SET	BALLE	PHASE ATT	SUR ANAL
42	22	20	7	1	non	non

VARIABLES COTES SERVICE & LATERALITE

COTE S	LATS	LATR	RapLat	LatCot/S	LatCot/R	
gauche	droitier	droltier	identique	non	non	

VARIABLES OBSERVES & VARIABLES DE TERRAIN

POS SERV	LANCER BALLE	TYPE TERRAIN	SURF TER
centrée	devant	bois	rapide

VARIABLES LIEES AUX SCORES

SCORE JEU	SCORE SET	SCORE REN	SET PART	JEU PART	PERTE Pro
40/15	2/1	0/1	IND	IND	IND

VARIABLES LIEES A LA STRATEGIE DU SERVICE GAGNANT

VAR LANCER	VAR STRAT	VAR PT PART	CARACT SERV
oui	non	IND	varie lancer
FREQUENCE	LISTE LANCER SG		
IND			

VARIABLES LIEES A LA STRATEGIE DU POINT FAIBLE

CONNAIS.PTFA	PTFA	ZONE COUP_FB	EFFET THEORIQ
oui	coup droit	centre	IND

VARIABLES CONTENANT LES PREVISIONS

STRATEGIE	ZONE CIBLE	TYPE BALLE	
pt faible (100)	centre (100)	plat (100)	

VARIABLES RESULTATS

VAL SERV	GAGNANT	STRATEG	PTFA REEL	ZONE CIBL	TYPE BAL
pos fav	serveur	pt faible	coup droit	centre	plat

MATRICE MAT LANCER STRAT (droite/gauche)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SG	3	1	0	2	1	0	0	0
PF+SG	4	7	0	11	8	5	0	5

MATRICE MAT ZONE SG

	centre	croisee	joueur		centre	croisee	joueur
droite	6	0	0	gauche	0	1	0

MATRICE MAT_CARACT_SERVICE

----- POUR ZONE CIBLE = CENTRE (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	0	2	0	0	1	0	0	0
LIFT	0	0	0	7	0	0	0	0
PLAT	0	1	0	0	4	0	0	1

----- POUR ZONE CIBLE = CROISEE (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	1	0	0	0	0	0	0	0
LIFT	0	1	0	1	0	3	0	2
PLAT	0	0	0	0	2	0	0	1

----- POUR ZONE CIBLE = JOUEUR (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	0	2	0	0	0	0	0	0
LIFT	0	0	0	1	0	2	0	0
PLAT	0	0	0	0	0	0	0	1

MATRICE DES POINTS FAIBLES MAT PTFA

droite	revers	cp droit	joueur	gauche	revers	cp droit	joueur
Pos fav	2	1	1	pos fav	3	4	1
defav	2	0	1	defav	4	1	1

VARIABLES GENERALES

N° ECHANGE	Ce R[droite]	Ce R[gauche]	Nb SET	BALLE	PHASE ATT	SUR ANAL
43	23	20	7	2	non	oui

VARIABLES COTES SERVICE & LATERALITE

COTE S	LATS	LATR	RapLat	LatCot/S	LatCot/R	
droite	droitier	droitier	identique	oui	oui	

VARIABLES OBSERVES & VARIABLES DE TERRAIN

POS SERV	LANCER BALLE	TYPE TERRAIN	SURF TER
centrée	devant	bois	rapide

VARIABLES LIEES AUX SCORES

SCORE JEU	SCORE SET	SCORE REN	SET PART	JEU PART	PERTE Pro
40/30	2/1	0/1	IND	IND	IND

VARIABLES LIEES A LA STRATEGIE DU SERVICE GAGNANT

VAR LANCER	VAR STRAT	VAR PT PART	CARACT SERV
oui	non	IND	varie lancer
FREQUENCE	LISTE LANCER SG		
IND	devant	arriere	

VARIABLES LIEES A LA STRATEGIE DU POINT FAIBLE

CONNAIS.PTFA	PTFA	ZONE COUP FB	EFFET THEORIQ
oui	coup droit	croisée	IND

VARIABLES CONTENANT LES PREVISIONS

STRATEGIE	ZONE CIBLE	TYPE BALLE	
pt faible (100)	croisée (100)	slice (100)	

VARIABLES RESULTATS

VAL SERV	GAGNANT	STRATEG	PTFA REEL	ZONE CIBL	TYPE BAL
faute	relanceur	IND	IND	IND	IND

MATRICE MAT LANCER STRAT (droite/gauche)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SG	3	1	0	2	1	0	0	0
PF+SG	4	7	0	11	8	5	0	5

MATRICE MAT ZONE SG

	centre	croisee	joueur		centre	croisee	joueur
droite	6	0	0	gauche	0	1	0

MATRICE MAT_CARACT_SERVICE

----- POUR ZONE_CIBLE = CENTRE (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	0	2	0	0	1	0	0	0
LIFT	0	0	0	7	0	0	0	0
PLAT	0	1	0	0	4	0	0	1

----- POUR ZONE_CIBLE = CROISEE (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	1	0	0	0	0	0	0	0
LIFT	0	1	0	1	0	3	0	2
PLAT	0	0	0	0	2	0	0	1

----- POUR ZONE_CIBLE = JOUEUR (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	0	2	0	0	0	0	0	0
LIFT	0	0	0	1	0	2	0	0
PLAT	0	0	0	0	0	0	0	1

MATRICE DES POINTS FAIBLES MAT PTFA

droite	revers	cp droit	joueur	gauche	revers	cp droit	joueur
Pos fav	2	1	1	pos fav	3	4	1
defav	2	0	1	defav	4	1	1

VARIABLES GENERALES

N° ECHANGE	Ce R[droite]	Ce R[gauche]	Nb SET	BALLE	PHASE ATT	SUR ANAL
44	23	21	7	1	non	oui

VARIABLES COTES SERVICE & LATERALITE

COTE S	LATS	LATR	RapLat	LatCot/S	LatCot/R	
gauche	droitier	droitier	Identique	non	non	

VARIABLES OBSERVES & VARIABLES DE TERRAIN

POS SERV	LANCER BALLE	TYPE TERRAIN	SURF TER
centrée	devant	bois	rapide

VARIABLES LIEES AUX SCORES

SCORE JEU	SCORE SET	SCORE REN	SET PART	JEU PART	PERTE Pro
45/30	2/1	0/1	IND	IND	IND

VARIABLES LIEES A LA STRATEGIE DU SERVICE GAGNANT

VAR LANCER	VAR STRAT	VAR PT PART	CARACT SERV
oui	non	IND	varie lancer
FREQUENCE	LISTE LANCER SG		
IND			

VARIABLES LIEES A LA STRATEGIE DU POINT FAIBLE

CONNAIS.PTFA	PTFA	ZONE COUP_FB	EFFET THEORIQ
oui	coup droit	centre	IND

VARIABLES CONTENANT LES PREVISIONS

STRATEGIE	ZONE CIBLE	TYPE BALLE	
pt faible (100)	centre (100)	plat (100)	

VARIABLES RESULTATS

VAL SERV	GAGNANT	STRATEG	PTFA REEL	ZONE CIBL	TYPE BAL
pos fav	serveur	pt faible	coup droit	centre	plat

MATRICE MAT LANCER STRAT (droite/gauche)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SG	3	1	0	2	1	0	0	0
PF+SG	4	7	0	11	9	5	0	5

MATRICE MAT ZONE SG

	centre	croisee	joueur		centre	croisee	joueur
droite	6	0	0	gauche	0	1	0

MATRICE MAT CARACT_SERVICE

----- POUR ZONE CIBLE = CENTRE (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	0	2	0	0	1	0	0	0
LIFT	0	0	0	7	0	0	0	0
PLAT	0	1	0	0	5	0	0	1

----- POUR ZONE CIBLE = CROISEE (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	1	0	0	0	0	0	0	0
LIFT	0	1	0	1	0	3	0	2
PLAT	0	0	0	0	2	0	0	1

----- POUR ZONE CIBLE = JOUEUR (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	0	2	0	0	0	0	0	0
LIFT	0	0	0	1	0	2	0	0
PLAT	0	0	0	0	0	0	0	1

MATRICE DES POINTS FAIBLES MAT PTFA

droite	revers	cp droit	joueur	gauche	revers	cp droit	joueur
Pos fav	2	1	1	pos fav	3	5	1
defav	2	0	1	defav	4	1	1

VARIABLES GENERALES

N° ECHANGE	Ce R[droite]	Ce R[gauche]	Nb SET	BALLE	PHASE ATT	SUR ANAL
45	24	21	8	2	non	non

VARIABLES COTES SERVICE & LATERALITE

COTE S	LATS	LATR	RapLat	LatCot/S	LatCot/R	
droite	droitier	droitier	identique	oui	oui	

VARIABLES OBSERVES & VARIABLES DE TERRAIN

POS SERV	LANCER BALLE	TYPE TERRAIN	SURF TER
centrée	haut	bols	rapide

VARIABLES LIEES AUX SCORES

SCORE JEU	SCORE SET	SCORE REN	SET PART	JEU PART	PERTE Pro
15/00	4/1	0/1	IND	IND	IND

VARIABLES LIEES A LA STRATEGIE DU SERVICE GAGNANT

VAR LANCER	VAR STRAT	VAR PT PART	CARACT SERV
oui	non	IND	varie lancer
FREQUENCE	LISTE LANCER SG		
IND	devant arriere		

VARIABLES LIEES A LA STRATEGIE DU POINT FAIBLE

CONNAIS.PTFA	PTFA	ZONE COUP FB	EFFET THEORIQ
oui	coup droit	croisée	IND

VARIABLES CONTENANT LES PREVISIONS

STRATEGIE	ZONE CIBLE	TYPE BALLE	
pt faible (100)	croisée (100)	lift (100)	

VARIABLES RESULTATS

VAL SERV	GAGNANT	STRATEG	PTFA REEL	ZONE CIBL	TYPE BAL
pos fav	serveur	pt faible	revers	centre	slice

MATRICE MAT LANCER STRAT (droite/gauche)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SG	3	1	0	2	1	0	0	0
PF+SG	4	8	0	11	9	5	0	5

MATRICE MAT_ZONE SG

	centre	croisee	joueur		centre	croisee	joueur
droite	6	0	0	gauche	0	1	0

MATRICE MAT_CARACT_SERVICE

----- POUR ZONE_CIBLE = CENTRE (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	0	3	0	0	1	0	0	0
LIFT	0	0	0	7	0	0	0	0
PLAT	0	1	0	0	5	0	0	1

----- POUR ZONE_CIBLE = CROISEE (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	1	0	0	0	0	0	0	0
LIFT	0	1	0	1	0	3	0	2
PLAT	0	0	0	0	2	0	0	1

----- POUR ZONE_CIBLE = JOUEUR (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	0	2	0	0	0	0	0	0
LIFT	0	0	0	1	0	2	0	0
PLAT	0	0	0	0	0	0	0	1

MATRICE DES POINTS FAIBLES MAT_PTFA

droite	revers	cp_droit	joueur	gauche	revers	cp_droit	joueur
Pos fav	3	1	1	pos fav	3	5	1
defav	2	0	1	defav	4	1	1

VARIABLES GENERALES

N° ECHANGE	Ce_R[droite]	Ce_R[gauche]	Nb SET	BALLE	PHASE ATT	SUR ANAL
46	24	22	8	1	non	non

VARIABLES COTES SERVICE & LATERALITE

COTE S	LATS	LATR	RapLat	LatCot/S	LatCot/R	
gauche	droitier	droitier	Identique	non	non	

VARIABLES OBSERVES & VARIABLES DE TERRAIN

POS SERV	LANCER BALLE	TYPE TERRAIN	SURF TER
centrée	devant	bois	rapide

VARIABLES LIEES AUX SCORES

SCORE JEU	SCORE SET	SCORE REN	SET PART	JEU PART	PERTE Pro
30/00	4/1	0/1	IND	IND	IND

VARIABLES LIEES A LA STRATEGIE DU SERVICE GAGNANT

VAR LANCER	VAR STRAT	VAR PT PART	CARACT SERV
oui	non	IND	varie lancer
FREQUENCE	LISTE LANCER SG		
IND			

VARIABLES LIEES A LA STRATEGIE DU POINT FAIBLE

CONNAIS.PTFA	PTFA	ZONE COUP_FB	EFFET THEORIQ
oui	coup droit	centre	IND

VARIABLES CONTENANT LES PREVISIONS

STRATEGIE	ZONE CIBLE	TYPE BALLE	
pt faible (100)	centre (100)	plat (100)	

VARIABLES RESULTATS

VAL SERV	GAGNANT	STRATEG	PTFA REEL	ZONE CIBL	TYPE BAL
neutre	serveur	serv gagnant	IND	centre	plat

MATRICE MAT LANCER STRAT (droite/gauche)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SG	3	1	0	2	1	0	0	0
PF+SG	4	8	0	11	10	5	0	5

MATRICE MAT ZONE SG

	centre	croisee	joueur		centre	croisee	joueur
droite	6	0	0	gauche	1	1	0

MATRICE MAT_CARACT_SERVICE

----- POUR ZONE_CIBLE = CENTRE (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	0	3	0	0	1	0	0	0
LIFT	0	0	0	7	0	0	0	0
PLAT	0	1	0	0	5	0	0	1

----- POUR ZONE_CIBLE = CROISEE (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	1	0	0	0	0	0	0	0
LIFT	0	1	0	1	0	3	0	2
PLAT	0	0	0	0	2	0	0	1

----- POUR ZONE_CIBLE = JOUEUR (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	0	2	0	0	0	0	0	0
LIFT	0	0	0	1	0	2	0	0
PLAT	0	0	0	0	0	0	0	1

MATRICE DES POINTS FAIBLES MAT PTFA

droite	revers	cp_droit	joueur	gauche	revers	cp_droit	joueur
Pos fav	3	1	1	pos fav	3	5	1
defav	2	0	1	defav	4	1	1

VARIABLES GENERALES

N° ECHANGE	Ce R[droite]	Ce R[gauche]	Nb SET	BALLE	PHASE ATT	SUR ANAL
47	25	22	8	1	non	non

VARIABLES COTES SERVICE & LATERALITE

COTE S	LATS	LATR	RapLat	LatCot/S	LatCot/R	
droite	droitier	droitier	Identique	oui	oui	

VARIABLES OBSERVES & VARIABLES DE TERRAIN

POS SERV	LANCER BALLE	TYPE TERRAIN	SURF TER
centrée	devant	bois	rapide

VARIABLES LIEES AUX SCORES

SCORE JEU	SCORE SET	SCORE REN	SET PART	JEU PART	PERTE Pro
40/00	4/1	0/1	IND	IND	IND

VARIABLES LIEES A LA STRATEGIE DU SERVICE GAGNANT

VAR LANCER	VAR STRAT	VAR PT PART	CARACT SERV
oui	non	IND	varie lancer
FREQUENCE	LISTE LANCER SG		
IND	devant derriere		

VARIABLES LIEES A LA STRATEGIE DU POINT FAIBLE

CONNAIS.PTFA	PTFA	ZONE COUP FB	EFFET THEORIQ
oui	coup droit	IND	IND

VARIABLES CONTENANT LES PREVISIONS

STRATEGIE	ZONE CIBLE	TYPE BALLE	
serv gagnant (100)	centre (100)	IND (100)	

VARIABLES RESULTATS

VAL SERV	GAGNANT	STRATEG	PTFA REEL	ZONE CIBL	TYPE BAL
neutre	serveur	pt faible	joueur	joueur	plat

MATRICE MAT LANCER STRAT (droite/gauche)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SG	3	1	0	2	2	0	0	0
PF+SG	5	8	0	11	10	5	0	5

MATRICE MAT ZONE SG

	centre	croisee	joueur		centre	croisee	joueur
droite	6	0	0	gauche	1	1	0

MATRICE MAT_CARACT_SERVICE

----- POUR ZONE CIBLE = CENTRE (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	0	3	0	0	1	0	0	0
LIFT	0	0	0	7	0	0	0	0
PLAT	0	1	0	0	5	0	0	1

----- POUR ZONE CIBLE = CROISEE (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	1	0	0	0	0	0	0	0
LIFT	0	1	0	1	0	3	0	2
PLAT	0	0	0	0	2	0	0	1

----- POUR ZONE CIBLE = JOUEUR (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	0	2	0	0	0	0	0	0
LIFT	0	0	0	1	0	2	0	0
PLAT	1	0	0	0	0	0	0	1

MATRICE DES POINTS FAIBLES MAT PTFA

droite	revers	cp droit	joueur	gauche	revers	cp droit	joueur
Pos fav	3	1	1	pos fav	3	5	1
defav	2	0	1	defav	4	1	1

VARIABLES GENERALES

N° ECHANGE	Ce_R[droite]	Ce_R[gauche]	Nb SET	BALLE	PHASE_ATT	SUR_ANAL
48	25	23	8	2	non	non

VARIABLES COTES SERVICE & LATERALITE

COTE S	LATS	LATR	RapLat	LatCot/S	LatCot/R	
gauche	droitier	droitier	identique	non	non	

VARIABLES OBSERVES & VARIABLES DE TERRAIN

POS_SERV	LANCER_BALLE	TYPE_TERRAIN	SURF_TER
centrée	arrière	bois	rapide

VARIABLES LIEES AUX SCORES

SCORE_JEU	SCORE_SET	SCORE_REN	SET_PART	JEU_PART	PERTE_Pro
45/00	4/1	0/1	IND	IND	IND

VARIABLES LIEES A LA STRATEGIE DU SERVICE GAGNANT

VAR_LANCER	VAR_STRAT	VAR_PT_PART	CARACT_SERV
oui	non	IND	varie_lancer
FREQUENCE	LISTE_LANCER_SG		
IND	devant		

VARIABLES LIEES A LA STRATEGIE DU POINT FAIBLE

CONNAIS.PTFA	PTFA	ZONE_COUP_FB	EFFET_THEORIQ
oui	coup droit	centre	IND

VARIABLES CONTENANT LES PREVISIONS

STRATEGIE	ZONE_CIBLE	TYPE_BALLE	
pt faible (100)	centre (100)	plat (100)	

VARIABLES RESULTATS

VAL_SERV	GAGNANT	STRATEG	PTFA_REEL	ZONE_CIBL	TYPE_BAL
neutre	serveur	pt faible	coup droit	centre	plat

MATRICE MAT_LANCER_STRAT (droite/gauche)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SG	3	1	0	2	2	0	0	0
PF+SG	5	8	0	11	10	5	0	6

MATRICE MAT_ZONE_SG

	centre	croisee	joueur		centre	croisee	joueur
droite	6	0	0	gauche	1	1	0

MATRICE MAT_CARACT_SERVICE

----- POUR ZONE_CIBLE = CENTRE (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	0	3	0	0	1	0	0	0
LIFT	0	0	0	7	0	0	0	0
PLAT	0	1	0	0	5	0	0	2

----- POUR ZONE_CIBLE = CROISEE (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	1	0	0	0	0	0	0	0
LIFT	0	1	0	1	0	3	0	2
PLAT	0	0	0	0	2	0	0	1

----- POUR ZONE_CIBLE = JOUEUR (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	0	2	0	0	0	0	0	0
LIFT	0	0	0	1	0	2	0	0
PLAT	1	0	0	0	0	0	0	1

MATRICE DES POINTS FAIBLES MAT_PTFA

droite	revers	cp_droit	joueur	gauche	revers	cp_droit	joueur
Pos fav	3	1	1	pos fav	3	5	1
defav	2	0	1	defav	4	1	1

VARIABLES GENERALES

N° ECHANGE	Ce R[droite]	Ce R[gauche]	Nb SET	BALLE	PHASE ATT	SUR ANAL
49	26	23	9	2	non	non

VARIABLES COTES SERVICE & LATERALITE

COTE S	LATS	LATR	RapLat	LatCot/S	LatCot/R	
droite	droitier	droitier	identique	oui	oui	

VARIABLES OBSERVES & VARIABLES DE TERRAIN

POS SERV	LANCER BALLE	TYPE TERRAIN	SURF TER
centrée	haut	bois	rapide

VARIABLES LIEES AUX SCORES

SCORE JEU	SCORE SET	SCORE REN	SET PART	JEU PART	PERTE Pro
15/00	5/2	0/1	IND	IND	IND

VARIABLES LIEES A LA STRATEGIE DU SERVICE GAGNANT

VAR LANCER	VAR STRAT	VAR PT PART	CARACT SERV
oui	non	IND	varle lancer
FREQUENCE	LISTE LANCER SG		
IND	devant arriere		

VARIABLES LIEES A LA STRATEGIE DU POINT FAIBLE

CONNAIS.PTFA	PTFA	ZONE COUP FB	EFFET THEORIQ
oui	coup droit	croisée	IND

VARIABLES CONTENANT LES PREVISIONS

STRATEGIE	ZONE CIBLE	TYPE BALLE	
pt faible (100)	croisée (100)	lift (100)	

VARIABLES RESULTATS

VAL SERV	GAGNANT	STRATEG	PTFA REEL	ZONE CIBL	TYPE BAL
pos fav	serveur	pt faible	revers	centre	plat

MATRICE MAT LANCER STRAT (droite/gauche)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SG	3	1	0	2	2	0	0	0
PF+SG	5	9	0	11	10	5	0	6

MATRICE MAT ZONE SG

	centre	croisee	joueur		centre	croisee	joueur
droite	6	0	0	gauche	1	1	0

MATRICE MAT_CARACT_SERVICE

----- POUR ZONE CIBLE = CENTRE (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	0	3	0	0	1	0	0	0
LIFT	0	0	0	7	0	0	0	0
PLAT	0	2	0	0	5	0	0	2

----- POUR ZONE CIBLE = CROISEE (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	1	0	0	0	0	0	0	0
LIFT	0	1	0	1	0	3	0	2
PLAT	0	0	0	0	2	0	0	1

----- POUR ZONE CIBLE = JOUEUR (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	0	2	0	0	0	0	0	0
LIFT	0	0	0	1	0	2	0	0
PLAT	1	0	0	0	0	0	0	1

MATRICE DES POINTS FAIBLES MAT_PTFA

droite	revers	cp droit	joueur	gauche	revers	cp droit	joueur
Pos fav	4	1	1	pos fav	3	5	1
defav	2	0	1	defav	4	1	1

VARIABLES GENERALES

N° ECHANGE	Ce R[droite]	Ce R[gauche]	Nb SET	BALLE	PHASE ATT	SUR ANAL
50	26	24	9	2	non	non

VARIABLES COTES SERVICE & LATERALITE

COTE S	LATS	LATR	RapLat	LatCot/S	LatCot/R	
gauche	droitier	droitier	identique	non	non	

VARIABLES OBSERVES & VARIABLES DE TERRAIN

POS SERV	LANCER BALLE	TYPE TERRAIN	SURF TER
centrée	devant	bois	rapide

VARIABLES LIEES AUX SCORES

SCORE JEU	SCORE SET	SCORE REN	SET PART	JEU PART	PERTE Pro
30/00	5/2	0/1	IND	IND	IND

VARIABLES LIEES A LA STRATEGIE DU SERVICE GAGNANT

VAR LANCER	VAR STRAT	VAR PT PART	CARACT SERV
oui	non	IND	varie lancer
FREQUENCE	LISTE LANCER SG		
IND	devant		

VARIABLES LIEES A LA STRATEGIE DU POINT FAIBLE

CONNAIS.PTFA	PTFA	ZONE COUP FB	EFFET THEORIQ
oui	coup droit	centre	IND

VARIABLES CONTENANT LES PREVISIONS

STRATEGIE	ZONE CIBLE	TYPE BALLE	
pt faible (100)	centre (100)	plat (100)	

VARIABLES RESULTATS

VAL SERV	GAGNANT	STRATEG	PTFA REEL	ZONE CIBL	TYPE BAL
pos fav	serveur	pt faible	joueur	joueur	plat

MATRICE MAT LANCER STRAT (droite/gauche)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SG	3	1	0	2	2	0	0	0
PF+SG	5	9	0	11	11	5	0	6

MATRICE MAT ZONE SG

	centre	croisee	joueur		centre	croisee	joueur
droite	6	0	0	gauche	1	1	0

MATRICE MAT_CARACT_SERVICE

----- POUR ZONE CIBLE = CENTRE (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	0	3	0	0	1	0	0	0
LIFT	0	0	0	7	0	0	0	0
PLAT	0	2	0	0	5	0	0	2

----- POUR ZONE CIBLE = CROISEE (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	1	0	0	0	0	0	0	0
LIFT	0	1	0	1	0	3	0	2
PLAT	0	0	0	0	2	0	0	1

----- POUR ZONE CIBLE = JOUEUR (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	0	2	0	0	0	0	0	0
LIFT	0	0	0	1	0	2	0	0
PLAT	1	0	0	0	1	0	0	1

MATRICE DES POINTS FAIBLES MAT PTFA

droite	revers	cp_droit	joueur	gauche	revers	cp_droit	joueur
Pos fav	4	1	1	pos fav	3	5	2
defav	2	0	1	defav	4	1	1

VARIABLES GENERALES

N° ECHANGE	Ce R[droite]	Ce R[gauche]	Nb SET	BALLE	PHASE ATT	SUR ANAL
51	27	24	9	1	non	non

VARIABLES COTES SERVICE & LATERALITE

COTE S	LATS	LATR	RapLat	LatCot/S	LatCot/R	
droite	droitier	droitier	identique	oui	oui	

VARIABLES OBSERVES & VARIABLES DE TERRAIN

POS SERV	LANCER BALLE	TYPE TERRAIN	SURF TER
centrée	haut	bois	rapide

VARIABLES LIEES AUX SCORES

SCORE JEU	SCORE SET	SCORE REN	SET PART	JEU PART	PERTE Pro
40/00	5/2	0/1	IND	IND	IND

VARIABLES LIEES A LA STRATEGIE DU SERVICE GAGNANT

VAR LANCER	VAR STRAT	VAR PT PART	CARACT SERV
oui	non	IND	varle lancer
FREQUENCE	LISTE LANCER SG		
IND	devant arrière		

VARIABLES LIEES A LA STRATEGIE DU POINT FAIBLE

CONNAIS.PTFA	PTFA	ZONE COUP FB	EFFET THEORIQ
oui	coup droit	croisée	IND

VARIABLES CONTENANT LES PREVISIONS

STRATEGIE	ZONE CIBLE	TYPE BALLE	
pt faible (100)	croisée (100)	lift (100)	

VARIABLES RESULTATS

VAL SERV	GAGNANT	STRATEG	PTFA REEL	ZONE CIBL	TYPE BAL
pos fav	serveur	serv gagnant	IND	centre	plat

MATRICE MAT LANCER STRAT (droite/gauche)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SG	3	1	0	2	2	0	0	0
PF+SG	5	10	0	11	11	5	0	6

MATRICE MAT_ZONE SG

	centre	croisee	joueur		centre	croisee	joueur
droite	7	0	0	gauche	1	1	0

MATRICE MAT_CARACT_SERVICE

----- POUR ZONE_CIBLE = CENTRE (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	0	3	0	0	1	0	0	0
LIFT	0	0	0	7	0	0	0	0
PLAT	0	2	0	0	5	0	0	2

----- POUR ZONE_CIBLE = CROISEE (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	1	0	0	0	0	0	0	0
LIFT	0	1	0	1	0	3	0	2
PLAT	0	0	0	0	2	0	0	1

----- POUR ZONE_CIBLE = JOUEUR (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	0	2	0	0	0	0	0	0
LIFT	0	0	0	1	0	2	0	0
PLAT	1	0	0	0	1	0	0	1

MATRICE DES POINTS FAIBLES MAT_PTFA

droite	revers	cp_droit	joueur	gauche	revers	cp_droit	joueur
Pos fav	4	1	1	pos fav	3	5	2
defav	2	0	1	defav	4	1	1

VARIABLES GENERALES

N° ECHANGE	Ce R[droite]	Ce R[gauche]	Nb SET	BALLE	PHASE ATT	SUR ANAL
52	27	25	9	1	non	non

VARIABLES COTES SERVICE & LATERALITE

COTE S	LATS	LATR	RapLat	LatCot/S	LatCot/R	
gauche	droitier	droitier	identique	non	non	

VARIABLES OBSERVES & VARIABLES DE TERRAIN

POS SERV	LANCER BALLE	TYPE TERRAIN	SURF TER
centrée	arrière	bois	rapide

VARIABLES LIEES AUX SCORES

SCORE JEU	SCORE SET	SCORE REN	SET PART	JEU PART	PERTE Pro
40/15	5/2	0/1	IND	IND	IND

VARIABLES LIEES A LA STRATEGIE DU SERVICE GAGNANT

VAR LANCER	VAR STRAT	VAR PT PART	CARACT SERV
oui	non	IND	varie lancer
FREQUENCE	LISTE LANCER SG		
IND	devant		

VARIABLES LIEES A LA STRATEGIE DU POINT FAIBLE

CONNAIS.PTFA	PTFA	ZONE COUP FB	EFFET THEORIQ
oui	coup droit	centre	IND

VARIABLES CONTENANT LES PREVISIONS

STRATEGIE	ZONE CIBLE	TYPE BALLE	
pt faible (100)	centre (100)	plat (100)	

VARIABLES RESULTATS

VAL SERV	GAGNANT	STRATEG	PTFA REEL	ZONE CIBL	TYPE BAL
neutre	relanceur	pt faible	joueur	joueur	plat

MATRICE MAT LANCER STRAT (droite/gauche)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SG	3	1	0	2	2	0	0	0
PF+SG	5	10	0	11	11	5	0	7

MATRICE MAT ZONE SG

	centre	croisee	joueur		centre	croisee	joueur
droite	7	0	0	gauche	1	1	0

MATRICE MAT_CARACT_SERVICE

----- POUR ZONE CIBLE = CENTRE (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	0	3	0	0	1	0	0	0
LIFT	0	0	0	7	0	0	0	0
PLAT	0	2	0	0	5	0	0	2

----- POUR ZONE CIBLE = CROISEE (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	1	0	0	0	0	0	0	0
LIFT	0	1	0	1	0	3	0	2
PLAT	0	0	0	0	2	0	0	1

----- POUR ZONE CIBLE = JOUEUR (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	0	2	0	0	0	0	0	0
LIFT	0	0	0	1	0	2	0	0
PLAT	1	0	0	0	1	0	0	2

MATRICE DES POINTS FAIBLES MAT_PTFA

droite	revers	cp_droit	joueur	gauche	revers	cp_droit	joueur
Pos_fav	4	1	1	pos_fav	3	5	2
defav	2	0	1	defav	4	1	1

VARIABLES GENERALES

N° ECHANGE	Ce R[droite]	Ce R[gauche]	Nb SET	BALLE	PHASE ATT	SUR ANAL
53	28	25	9	2	non	non

VARIABLES COTES SERVICE & LATERALITE

COTE S	LATS	LATR	RapLat	LatCot/S	LatCot/R	
droite	droitier	droitier	identique	oui	oui	

VARIABLES OBSERVES & VARIABLES DE TERRAIN

POS SERV	LANCER BALLE	TYPE TERRAIN	SURF TER
centrée	devant	bois	rapide

VARIABLES LIEES AUX SCORES

SCORE JEU	SCORE SET	SCORE REN	SET PART	JEU PART	PERTE Pro
45/15	5/2	0/1	IND	IND	IND

VARIABLES LIEES A LA STRATEGIE DU SERVICE GAGNANT

VAR LANCER	VAR STRAT	VAR PT PART	CARACT SERV
oui	non	IND	varie lancer
FREQUENCE	LISTE LANCER SG		
IND	devant haut arrière		

VARIABLES LIEES A LA STRATEGIE DU POINT FAIBLE

CONNAIS.PTFA	PTFA	ZONE COUP FB	EFFET THEORIQ
oui	coup droit	croisée	IND

VARIABLES CONTENANT LES PREVISIONS

STRATEGIE	ZONE CIBLE	TYPE BALLE	
pt faible (100)	croisée (100)	lift (100)	

VARIABLES RESULTATS

VAL SERV	GAGNANT	STRATEG	PTFA REEL	ZONE CIBL	TYPE BAL
pos defav	serveur	pt faible	revers	centre	slice

MATRICE MAT LANCER STRAT (droite/gauche)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SG	3	1	0	2	2	0	0	0
PF+SG	6	10	0	11	11	5	0	7

MATRICE MAT ZONE SG

	centre	croisee	joueur		centre	croisee	joueur
droite	7	0	0	gauche	1	1	0

MATRICE MAT_CARACT_SERVICE

----- POUR ZONE CIBLE = CENTRE (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	1	3	0	0	1	0	0	0
LIFT	0	0	0	7	0	0	0	0
PLAT	0	2	0	0	5	0	0	2

----- POUR ZONE CIBLE = CROISEE (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	1	0	0	0	0	0	0	0
LIFT	0	1	0	1	0	3	0	2
PLAT	0	0	0	0	2	0	0	1

----- POUR ZONE CIBLE = JOUEUR (balle 1 + balle 2)

	devant	haut	excent	arriere	devant	haut	excent	arriere
SLICE	0	2	0	0	0	0	0	0
LIFT	0	0	0	1	0	2	0	0
PLAT	1	0	0	0	1	0	0	2

MATRICE DES POINTS FAIBLES MAT PTFA

droite	revers	cp_droit	joueur	gauche	revers	cp_droit	joueur
Pos fav	4	1	1	pos fav	3	5	2
defav	3	0	1	defav	4	1	1



ANNEXE 2

GRILLES DE MESURES DE COHERENCE

Lors des mesures de cohérence MODELE/EXPERT, les grilles d'évaluation ci-après ont été utilisées.

Pour chaque échange (Ech), l'adéquation des réponses du modèle et de l'expert a fait l'objet du traitement suivant :

- ☐ si il y a équivalence entre la stratégie et la zone cible annoncées par l'expert, et celles déduites par le système informatique, cette déduction est notée +
- ☐ si , au moins un des deux éléments (la stratégie ou la zone cible) annoncées par l'expert est différent de celles déduites par le système informatique, mais que l'expert considère que la solution du modèle est plus pertinent que la sienne, cette déduction est notée -+
- ☐ si , au moins un des deux éléments (la stratégie ou la zone cible) annoncées par l'expert est différent de celles déduites par le système informatique, et que l'expert considère que la solution du modèle est douteuse, cette déduction est notée --.

REMARQUE : Si l'échange se conclut en deux balles (B1 et B2), la déduction sur la première balle compte dans l'analyse.

FICHE D'EVALUATION DES RENCONTRES MODELE/EXPERT								
rencontre	1		joueur	A				
classement A	- 2 / 6		classement B	- 4 / 6				
Ech	B1	B2	Ech	B1	B2	Ech	B1	B2
1	+		44	+	+	87		
2	+		45	+		88		
3	+		46	+		89		
4	+		47	- +	+	90		
5	- +		48	+	+	91		
6	+		49	+	+	92		
7	- +	+	50	+	+	93		
8	- +		51	+		94		
9	+		52	+		95		
10	+		53	+	+	96		
11	- +		54	- +	+	97		
12	+		55	- +		98		
13	- -		56	+	+	99		
14	+		57	+		100		
15	- +		58	+		101		
16	+		59	+	+	102		
17	- +		60	+		103		
18	+		61	- +		104		
19	- -		62	+	- +	105		
20	- -	+	63			106		
21	+		64			107		
22	+	- -	65			108		
23	+		66			109		
24	+		67			110		
25	- +		68			111		
26	+		69			112		
27	+		70			113		
28	- -	+	71			114		
29	+		72			115		
30	- +	+	73			116		
31	- -		74			117		
32	+	+	75			118		
33	+		76			119		
34	+		77			120		
35	+		78			121		
36	+		79			122		
37	+		80			123		
38	+	+	81			124		
39	- +		82			125		
40	- +	+	83			126		
41	+		84			127		
42	+	+	85			128		
43	+		86			129		
44	+		87			130		
+	équivalence totale		- +	non équival (au profit du modèle)				
			- -	non équival (jugement douteux)				

FICHE D'EVALUATION DES RENCONTRES MODELE/EXPERT								
rencontre			1			joueur		
classement A			- 2 / 6			classement B		
						B		
						- 4 / 6		
Ech	B1	B2	Ech	B1	B2	Ech	B1	B2
1	+		44	+		87		
2	+		45	+	+	88		
3	+	+	46	+		89		
4	+	+	47	+		90		
5	+		48	+	+	91		
6	+		49	+		92		
7	- +		50	+		93		
8	- +	+	51	+	+	94		
9	- +		52	- +		95		
10	+		53	- +		96		
11	+		54	- +	+	97		
12	+	- +	55	+	+	98		
13	- +		56	+	+	99		
14	+	+	57	+		100		
15	- +		58	+		101		
16	+		59	+	+	102		
17	- +	+	60	+	+	103		
18	+		61	- +		104		
19	- +		62	+	- +	105		
20	+		63	- -	+	106		
21	+		64	- +		107		
22	+	+	65	+	+	108		
23	+	- +	66	+		109		
24	+	- +	67	+	+	110		
25	- +		68	+	+	111		
26	+		69			112		
27	+		70			113		
28	+	+	71			114		
29	- -	- -	72			115		
30	+		73			116		
31	+		74			117		
32	- +	+	75			118		
33	- +		76			119		
34	+		77			120		
35	+		78			121		
36	+	- +	79			122		
37	+		80			123		
38	+		81			124		
39	+		82			125		
40	+	+	83			126		
41	+		84			127		
42	+	+	85			128		
43	+		86			129		
44	+	+	87			130		
+			équivalence totale			- + non équival (au profit du modèle)		
						- - non équival (jugement douteux)		

FICHE D'EVALUATION DES RENCONTRES MODELE/EXPERT								
rencontre	2		joueur	A				
classement A	- 2 / 6		classement B	- 2 / 6				
Ech	B1	B2	Ech	B1	B2	Ech	B1	B2
1	+		44	+		87		
2	+		45	+		88		
3	+		46	+		89		
4	+		47	+		90		
5	+	+	48	+	+	91		
6	+		49	+		92		
7	- +		50	+		93		
8	+		51			94		
9	+		52			95		
10	- +	+	53			96		
11	- +		54			97		
12	+		55			98		
13	- +		56			99		
14	+	+	57			100		
15	+		58			101		
16	- -		59			102		
17	+		60			103		
18	+	+	61			104		
19	+	+	62			105		
20	- +		63			106		
21	- +		64			107		
22	+	+	65			108		
23	+		66			109		
24	+		67			110		
25	- +	+	68			111		
26	+	+	69			112		
27	- +		70			113		
28	+	+	71			114		
29	+		72			115		
30	- +		73			116		
31	+	+	74			117		
32	+	+	75			118		
33	+		76			119		
34	+		77			120		
35	- +		78			121		
36	+	- +	79			122		
37	+		80			123		
38	+		81			124		
39	- +		82			125		
40	+		83			126		
41	+		84			127		
42	+	+	85			128		
43	+		86			129		
44	- +	+	87			130		
+	équivalence totale		- +	non équival (au profit du modèle)				
			- -	non équival (jugement douteux)				

FICHE D'EVALUATION DES RENCONTRES MODELE/EXPERT								
rencontre	2		joueur	B				
classement A	- 2 / 6		classement B	- 2 / 6				
Ech	B1	B2	Ech	B1	B2	Ech	B1	B2
1	+		44	+	+	87		
2	+		45	+	+	88		
3	+	+	46	+		89		
4	+	+	47	+		90		
5	+	+	48	+	+	91		
6	+		49	+		92		
7	+	+	50	+		93		
8	+		51	+	- +	94		
9	- -		52	+	+	95		
10	+	- +	53	+		96		
11	- +		54	+	+	97		
12	- +	+	55	+		98		
13	- +	+	56			99		
14	+	+	57			100		
15	+		58			101		
16	- +		59			102		
17	+		60			103		
18	+		61			104		
19	+	- +	62			105		
20	+	+	63			106		
21	+		64			107		
22	- +	+	65			108		
23	- +		66			109		
24	+		67			110		
25	+	+	68			111		
26	+	+	69			112		
27	- -		70			113		
28	+	+	71			114		
29	- +		72			115		
30	+		73			116		
31	+	+	74			117		
32	+	+	75			118		
33	+		76			119		
34	+		77			120		
35	+		78			121		
36	+	- +	79			122		
37	+		80			123		
38	- +	+	81			124		
39	+		82			125		
40	+	+	83			126		
41	+		84			127		
42	- -		85			128		
43	- -		86			129		
44	+		87			130		
+	équivalence totale		- +	non équival (au profit du modèle)				
			- -	non équival (jugement douteux)				

INDEX



INDEX ANALYTIQUE

A

action motrice 148; 192
algorithme 79; 83; 124
analyse du protocole 120
anticipation 17; 20; 53; 56; 60; 63
apprentissage 139; 140; 170; 179
arborescence 92; 93
arbre de décision 72

B

BACKUS-NORMAL-FORM 121
badminton 19; 29
base de connaissances 88; 107; 111; 149; 152; 153; 180; 181
base de faits 107; 158; 174; 175; 176; 181; 185
base de règles 107; 147; 157; 159
baseball 32; 65

C

cerveau 81; 89; 92
chaînage avant 107
chaînage arrière 107; 186
chaînage mixte 108
coefficient de vraisemblance 154
conflit temps requis/temps disponible 21

D

DENDRAL 88
dynamique du système 156; 181

E

effet
 de complexité 9
 de primauté 9
 de reproductibilité 9
escrime 21; 42

espace

 de jeu 133
 de problème 121; 11
état de préparation 125
expérience 40; 56
expert 130; 143; 149; 153; 155; 160; 179; 188; 191
explosion combinatoire 149; 153

F

fonctions 158; 161; 172; 174; 175; 183
football 41; 48; 50
football canadien 28
frame 87; 102

G

graphe de comportement 121
General Problem Solver 86
gestion du temps 162

H

handball 43; 49; 51; 54
heuristique 12; 85; 86; 88
hockey sur glace 42

I

inférence 37; 44; 54; 56; 107; 113
intelligence artificielle 7; 77; 81; 83; 89; 91; 104; 112
IPL 85

J

jeu collectif 57
jeu des quatre coins 72

L

langage procédural 129; 163; 186
LISP 85

Logic Theorist 86
logique 85; 110
des prédicats 97
des propositions 96
formelle 98; 100
interne 61; 62; 63; 68; 75; 76
modales 98
non monotones 98

M

machine 81; 85
abstraite 89
à calculer 83
intelligentes 81
matrices 149; 150; 157; 160; 161; 169; 170
mécanisme
d'inférence 107; 150
de raisonnement 104
mémoire 56; 76; 167; 169
à court terme 124
à long terme 119; 123; 159
méta-règles 180
micro-ordinateur 74
micro-stratégies cognitives de décision 16
modèle 4; 57; 61; 68; 69
de décision 72
logico-mathématique 75
opératoire 61; 63; 75
probabiliste 24; 25; 26; 35; 68
modélisation 12; 142; 146
moteurs d'inférences 107
MYCIN 88
NEMO AMERICA 117

N

nœud de connaissance 11; 93

O

opérateurs logiques 97
ordinateur 64; 81; 83; 85; 86; 92; 96; 112; 119
outil logique 129

P

perceptron 89

préaction 41; 47; 52
prise d'information visuelle 13; 137; 157
procédure 161; 172; 175
processus décisionnel 129; 139
programmation procédurale 149
programme logique 128; 187
PROLOG 99
protocole 120

R

raisonnement 87; 88; 91; 93; 98; 102; 103; 105; 107; 109
conditionnel 111
déductif 107
inductif 107
incertains 106
raquetball 29
rationalité procédurale 11
règles 23; 44; 56; 64
de décision 125; 24; 28; 33; 35
de fonctionnement 114
REMORA 141; 144
représentation des connaissances 90; 94; 96
réseaux
neuronaux 114
sémantiques 99; 102
résolution de problème 79; 82; 83; 94
rugby 20; 58; 60; 62

S

scénario 102
SCHEMA CONCEPTUEL 144
score 26; 27; 28; 30; 34; 35; 65; 68; 70
SHRDLU 87
simulateur 145; 149
simulation 119
situation de résolution de problème 11; 119
sports
collectifs 53; 57; 59; 73
d'opposition 42; 56; 77
d'opposition duelles 38
de précision 38
de raquette 7; 29; 53
squash 24; 28; 29; 118
stratégie
d'anticipation 21
de gestion de l'espace 52
de préparation 21
de séquentialisation 21
de service 27; 35
exploratoire visuelle 39; 46; 47
optimale 34
d'occupation de l'espace 51

de réponse 29
décisionnelles 15; 17; 19; 53; 54
mixtes 18
structure de jeu 69
système
d'information 142
de production 123
de score 7; 8
de traitement de l'information 15; 124
expert 88; 101; 109; 113; 117
logique 186
systémique 143

T

temps
accordé 19; 20
de mouvement 16; 17; 18
de réaction 16; 17; 18; 21; 22
disponible 17; 60
total de la réponse 16; 18
théorie de la détection du signal
32; 35
traitement complexe des
informations 6
traitement de l'information 31; 38;
46

V

vision fovéale 42
volle 117
volleyball 70; 71

Z

zone informative 42





**TABLE
DES
ILLUSTRATIONS**



LISTE DES FIGURES

N°1 - plans de fonctionnement opératoire	62
N° 2 - matrices offensive et défensive	64
N° 3 - cascade de décision du "un contre un" en rugby	66
N° 4 - Consequential variables influencing the batter's decision.....	67
N° 5 - Organigramme des décisions praxéo-logiques du joueur	73
N°6 - Arbre de décision de joueurs de sports collectifs).....	74
N° 7,- cadre d'analyse.....	95
N° 8 - représentation graphique.....	95
N° 9 - exemple d'un réseau.....	100
N° 10 - Schématisation d'un système à base de règles.....	109
N° 11 - Graphe de comportement en squash	122
N° 12 - représentation des zones atteintes par le service.....	134
N° 13 - possibilités réelles de combinaisons zone/lancer/type	136
N° 14 - situation de l'échange dans le continuum.....	163
N° 15 - représentation de la procédure "création".....	164
N° 16 - périodicité des faits invariants.....	166
N° 17 - procédure mise_a_jour des faits non stables.....	165
N° 18 - dynamique du système.....	182
N° 19 - protocole d'enregistrement des phases service-retour	190



LISTE DES TABLEAUX

N°1 : probabilities of wining by strategy (GEORGE, 1973).....	25
N°2 : modèle probabilliste de la stratégie optimale de service.....	27
N°3 : caractérisation des rôles respectifs du serveur et du relanceur.....	131
N°4 : répartition des phases de service en fonction du type de balle,	199



TABLES DES MATIERES

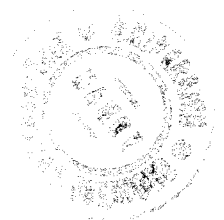




TABLE DES MATIERES

SOMMAIRE.....1

AVANT - PROPOS.....2

PARTIE 1
INTRODUCTION

ETUDE DE LA STRUCTURE..... 6

QUELLE DEMARCHE ?..... 10

PROBLEMATIQUE..... 11

HYPOTHESES GENERALES..... 12

PRESENTATION DU MEMOIRE..... 13

PARTIE 2
LES DIFFERENTES APPROCHES DE LA PRISE DE
DECISION DANS LES SPORTS D'OPPOSITION

II.1 - APPROCHE CHRONOMETRIQUE..... 15

II.1.1 - Les micro - stratégies cognitives de décision..... 16

II.1.2 - Stratégies et action sportive..... 19

II.1.3 - Limites..... 22

II.2 - APPROCHE PROBABILISTE..... 24

II.2.1 - Modèles probabilistes..... 24

II.2.2 - Les règles de décision..... 29

II.2.3 - Théorie de la détection du signal..... 32

II.2.4 - Limites..... 33

II.3 - APPROCHE OPERATOIRE.....	37
II.3.1 - L'activité prédécisionnelle.....	37
II.3.1.1 - Etude de la prise d'information visuelle:	
les indices saisis.....	38
II.3.1.2 - Etude des prises d'informations visuelles:	
les stratégies inférées.	44
II.3.1.3 - La préparation à l'action.....	46
II.3.1.4 - Prise de décision et gestion de l'espace.....	51
II.3.1.5 - Limites.	53
II.3.2 - L'activité décisionnelle.....	57
II.3.2.1 - Les modèles.....	57
II.3.2.2 - Prise de décision et structures de jeu.....	68
II.3.2.2 - Limites.	74
II.4 - CONCLUSION.....	77

PARTIE 3

LES PRINCIPES ESSENTIELS DE L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

III.1 - INTRODUCTION.....	79
III.2 - DEFINITION DE L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE.....	81
III.3.1 - LES ALEAS DE LA CONNAISSANCE.....	83
III.3.1 - Les modèles déterministes.....	83
III.3.2 - La cognition.	84
III.3.3 - La cognition dans un micro-monde.....	87
III.3.4 - La sub-cognition ou la recherche neuronale.	89
III.4.1 - LA REPRESENTATION DES CONNAISSANCES.....	91
III.4.1 - Des images du réel.....	91
III.4.2 - L'utilité de la représentation des connaissances.....	94
III.4.3 - Les représentations logiques.....	96
III.4.3.1 - La logique des propositions.....	96
III.4.3.2 - La logique des prédicats du premier ordre.	97
III.4.3.3 - Avantages et inconvénients de la logique formelle.....	98
III.4.4 - Les réseaux sémantiques.....	99

III.4.4 - Les réseaux sémantiques	99
III.4.4.1 - La représentation par graphe étiqueté.....	99
III.4.4.2 - Avantages et inconvénients.	100
III.4.5 - Les règles de production	101
III.4.6 - Les représentations par objets structurés	101
III.4.6.1 - Principes de ces représentations.....	101
III.4.6.2 - Avantages et inconvénients.	103
III.5 - LES SYSTEMES EXPERTS	104
III.5.1 - La constitution des règles de production.....	105
III.5.2 - L'architecture d'un système à règles.....	106
III.5.3 - Le raisonnement ou mécanisme d'inférence.....	107
III.5.4 - La gestion de l'incertain.....	109
III.5.4.1 - Les coefficients de vraisemblance.....	109
III.5.4.2 - les sous-ensembles flous.	109
III.5.5 - Conclusion.....	111
III.6 - L'APPRENTISSAGE	112

PARTIE 4

PRISE DE DECISION ET INTELLIGENCE ARTIFICIELLE EN SPORT

IV.1 - INTRODUCTION	116
IV.2 - LES REALISATIONS	117
IV.2.1 - Le projet NEMO AMERICA	117
IV.2.2 - Le modèle de prise de décision en squash	118
IV.2.2.1 - Construction du modèle.	118
IV.2.2.2 - Validation du modèle.....	124

PARTIE 5

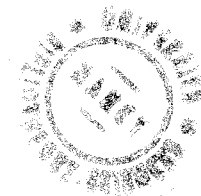
LE SYSTEME L.I.F.T : SYSTEME A LOGIQUE INFORMATIVE POUR LA FORMALISATION DES CONNAISSANCES EN TENNIS

V.1 - OBJECTIFS ET LIMITES DU SYSTEME L.I.F.T.	128
V.2 - LES CONNAISSANCES EN JEU :	
LE POINT DE VUE DE L'EXPERT	130
V.2.1 - Qui sont les experts, quel statut ont - ils?	130
V.2.2 - Etude de la phase service - retour de service	131
V.3 - NOTION DE SCHEMA CONCEPTUEL	141
V.3.1 - Définition d'un système d'information	142
V.3.2 - Les fondements de la conception du système LIFT	143
V.4 - CONSIDERATION SUR LES CONNAISSANCES MANIPULEES : LE POINT DE VUE DU COGNITICIEN	146
V.4.1 - le partage de l'information	146
V.4.2 - Le déroulement dans le temps	147
V.4.3 - La structure du simulateur	149
V.4.4 - L'expression de la connaissance par l'expert	153
V.5 - LA FORMALISATION DES CONNAISSANCES DANS LIFT	156
V.5.1 - Types de connaissances	156
V.5.2 - Une représentation à base de fonctions	158
V.5.3 - Des procédures complétant l'action des fonctions	161
V.5.4 - La représentation de la gestion du temps	162
V.5.5.1 - Le continuum de la rencontre	162
V.5.5.2 - La création et la suppression d'un fait	163
V.5.5.3 - La gestion particulière des matrices	169
V.5.6 - Description des fonctions et des procédures de LIFT	172
V.5.6.1 - Les fonctions F et R	172
V.5.6.2 - Les fonctions permettant l'analyse des matrices (fonctions M)	172
V.5.6.3 - Les fonctions d'interrogation des listes	174
V.5.6.4 - Les procédures et les fonctions outils	175
V.6 - CONSIDERATION SUR L'APPRENTISSAGE	179

V.8 - LA DESCRIPTION DU MODELE LIFT.....	185
V.9 - LES MESURES DE COHERENCE.....	186
V.9.1 - Le système logique.....	186
V.9.2 - La cohérence du modèle.....	187
V.9.2.1 - Tester le programme logique	187
V.9.2.2 - Contrôler oui, mais quoi ?.....	188
V.9.2.3 - La connaissance en situation.....	192

PARTIE 6 PROSPECTIVE ET CONCLUSION

VI.1 - BILAN PAR RAPPORT A L'APPROCHE.....	195
VI.1.1 - Constat objectifs/résultats.....	196
VI.1.2 - Les retours sur les connaissances mises en jeu.	198
VI.2 - PROSPECTIVE.....	204
VI.2.1 - Vers un outil informatique interactif..	204
VI.2.2 - Un mode de représentation plus proche du joueur.....	205
VI.2.3 - Du binaire à la logique floue.....	206
VI.2.4 - Prise de décision du joueur de tennis au cours de l'échange.....	207
VI.3 - CONCLUSION.....	210
DESCRIPTION DU MODELE.....	211
BIBLIOGRAPHIE	254
ANNEXES.....	270
INDEX.....	341
TABLE DES ILLUSTRATIONS	345



RESUME

La prise de décision en sport d'opposition a déjà fait l'objet de nombreuses études mobilisant des approches très diverses. Notre originalité se situe dans la volonté d'envisager une analyse pluridimensionnelle de la structure du processus décisionnel.

La démarche adoptée est celle de l'intelligence artificielle. L'activité sportive support est le tennis.

Il s'agit donc d'identifier les concepts manipulés par un expert de l'activité tennis, et la dynamique des relations qu'ils entretiennent entre eux.

Deux types de connaissances seront évoqués: la connaissance des faits (base des faits) et la connaissance des règles de structure et de comportement du système (base des connaissances). Ce sont donc les données qui vont guider le processus décisionnel et non des fonctions préalablement déterminées.

Ce travail de formalisation a permis d'élaborer un système explicatif du processus décisionnel dans la phase de service - retour de service. Le but majeur est de fournir, pour chaque échange, une prédiction de la stratégie adaptée à la situation analysée, de la zone cible visée et du type de balle utilisé. Ces prévisions sont accompagnées d'un coefficient de probabilité d'apparition.

Une des caractéristiques essentielles de ce système réside dans sa faculté à "apprendre" le comportement des joueurs en présence grâce à une structure gérant les événements dans leur temporalité.

Nommé L.I.F.T. (Logique Informatique pour la Formalisation des Connaissances en Tennis), ce modèle est accompagné d'un programme logique simulant un moteur d'inférences gérant une base de connaissances.

Mots clés: Tennis. Intelligence artificielle. Prise de décision. Modèle. Formalisation.

SUMMARY

Decision making in contest has already been subject to numerous studies assorted with miscellaneous approaches. The originality consists in our will to conceive a pluridimensional analysis of the decision process structure.

The procedure adopted is conform to artificial intelligence. We opted for tennis as a ground. The goal to achieve is to single out the concepts and their own active linkage operated by a tennis expert.

Two categories of knowledge are aroused: the knowledge of facts (field of facts) and the knowledge of rules structures along with the functioning system (field of knowledge). Such data are supposed to guide not predeterminate functions but the outcome process.

This modelling achievement lets us elaborate an explanatory system of decision making in the phase serve-return of serve. The main goal is to produce, for each rally, a prediction of the strategy adapted to the analysed situation, of the aimed mark and of the spin used. A coefficient of probability given in percentage is attributed to these predictions.

One of the main characteristics of this system is found in its ability to "learn" the real player's behavior thanks to a structure supervising events in their temporality.

Named L.I.F.T (Logique Informatique pour la Formalisation des Connaissances en Tennis), this model is going along with a logical program simulating an inference process managing a field of knowledge.

Key words: Tennis, Artificial Intelligence, Decision making, Modelling.