

Préparations des athlètes de haut niveau
Données caractéristiques de l'entraînement et
des compétitions d'escrime

László Szepesi
Chaire des sports de combats
Faculté d'éducation physique et de sport-sciences
Université Semmelweis, Budapest

L'examen s'étend sur l'analyse des facteurs quantitatifs du travail effectué au cours des entraînements et des compétitions entre 1982 et 1992 par 29 escrimeurs français d'élite. En dehors du journal d'entraînement, la matière de cette étude a été fournie par les 7 tournois annuels de la Coupe du Monde et en plus par les huit compétitions préparatoires (françaises). Le travail foncier, s'étendant à 12-14 semaines chaque année, a été complété par 2 compétitions d'entraînement dont les données bien documentées font également partie de l'analyse ayant pour but principal d'établir lequel des différents facteurs mesurant le chargement (nombre de matchs, de leçons individuelles, de touches données ou de victoires) a influencé d'avantage les résultats obtenus aux championnats du monde, respectivement aux jeux olympiques. L'analyse de statistique descriptive et de régression a démontré que:

- *les escrimeurs sélectionnés différaient de ceux du cadre de réserve en toutes leurs données, sauf une;*
- *du point de vue des championnats du monde ou des jeux olympiques, ni l'utilité, ni le pouvoir pronostique des compétitions de sélection s'augmentaient proportionnellement au temps écoulé;*
- *des facteurs de chargement paraissant purement quantitatifs ont souvent eu des effets tout à fait indirects dont certains ne se manifestaient qu'après un temps considérable et parfois même en se contrecarrant.*
- *Par conséquent, l'examen multilatéral et approfondi de ces facteurs est non seulement justifiable, mais il peut révéler des enchaînements jusque-là restées inaperçues dont il faut tenir compte en esquissant les projets d'entraînement et des compétitions.*

1. Introduction

La rédaction soignée d'un projet des préparatifs, (les détails de l'entraînement pour la journée, la semaine ou pour toute l'année) la quantification des effets de chargement de l'entraînement sont inévitables dans les sports de haut niveau. Et ceci est vrai à plus forte raison pour les sports où l'on organise annuellement entre deux olympiades des championnats d'Europe ou mondiaux. Tel est le cas de l'escrime où les championnats du monde qui se déroulent au cours de l'année, qui précèdent les jeux olympiques, servent de compétition sélective pour les participants futurs des jeux. Les fédérations nationales sont donc obligées de faire des projets non seulement pour les préparatifs et la participation aux jeux olympiques, mais aussi pour les championnats du monde. Les conditions financières de ces préparatifs sportifs ne peuvent être assurées qu'en se basant sur ces projets soigneusement préparés et discutés.

Avant de passer à la rédaction du projet il faut clairement définir le but à atteindre, surtout sur le plan de la performance. C'est en vue de ce but que nous calculons les chargements nécessaires et que nous choisissons les méthodes appropriées. (Szepesi 1988, 1997). Pour concevoir un projet valable d'entraînement, il est indispensable d'être en possession d'une documentation préalable. C'est ce qui permet d'analyser les chargements d'entraînement et effectuer des changements éventuels. L'analyse des résultats obtenus fait également part du travail préparatoire. Les périodes prévues pour la préparation/compétition se règlent sur le

calendrier des compétitions. Outre le projet d'entraînement annuel on a souvent besoin d'autres projets d'entraînement de durée variable:

- projet - longue durée 4 - 8 ans
- projet - durée moyenne 2 - 4 ans
- projet - période 10 – 15 semaines
- projet – cycle 3 – 6 semaines
- projet de la semaine
- projet du jour

Plus la période embrassée par le projet d'entraînement est longue, d'autant mieux peuvent être fixés les buts perspectiviques du chargement d'entraînement (Beke et Polgár 1963, Thirioux 1970). La durées des séances quotidiennes d'entraînement (une ou deux par jour) subit souvent des changements dès à certaines circonstances extérieures (lésion, fatigue, motivation).

La littérature bibliographique est peu riche en exemples pratiques ou théoriques dans le domaine des projets de chargement d'entraînement ou de compétition (Bácsalmási, Fehérvári et Hepp 1958, Fodor 1992, Nagykáldi 2002). On n'admet que difficilement et souvent à contre-cœur l'importance des projets d'entraînement et le rôle qui leur incombe dans la préparation des escrimeurs, nonobstant le fait que les fédérations nationales sont naturellement obligées à préparer régulièrement des projets pour un ou pour 2 – 4 ans. Les entraîneurs des équipes de club ne rédigent par contre pour ainsi dire nulle part des projets écrits d'entraînement ou de compétition. Ils sont probablement d'avis qu'il y a trop de circonstances extérieures imprévues influançant leur travail et partant, ils taxent la rédaction d'un projet écrit une charge administrative totalement inutile ou alors ils veulent éluder toute possibilité de demande en compte.

Pourtant l'analyse de la documentation d'entraînement ou de compétition fournit une aide très précieuse et rassurante à l'ajustement des préparatifs chaque fois où quelque changement des circonstances – extérieures ou intérieures – le rend nécessaire. Dans ce qui suit, j'essaierai donc à démontrer cette constatation en analysant de près les données de chargement d'entraînement et de compétition de 29 escrimeurs français d'élite au cours de 10 années de travail commun.

2. La période examinée et les préparatifs

L'examen s'étend sur les préparation de 29 escrimeurs français de haut niveau entre 1982 et 1992. J'ai attribué leur insuccès international préalable à l'insuffisance du chargement d'entraînement et de compétition de l'équipe. J'ai donc organisé leur préparation ainsi. Le travail préparatoire commençait toujours vers le 20 septembre et se terminait en général au milieu de juin, avec le championnat du monde ou les jeux olympiques. Je signale que les Jeux de Los Angeles en 1984, ainsi que celui de Barcelone en 1992 a eu lieu au début d'août, les Jeux Olympiques de Séoul fin septembre en 1988.

J'ai divisé les préparatifs annuels en 3 fois 14 semaines. Chaque période avait un but particulier. Au début, pendant la première unité des 14 semaines, les escrimeurs ont participé à un travail „classique” foncier: exercices fortifiants, courses à pied, jeux gymnastiques ou jeux de balles et puis, au fur et à mesure le travail foncier d'escrime a pris le dessus (travail de jambes, corde à sauter, exercices conventionnels, assauts méthodiques ...etc.). Le travail spécial d'escrime à proprement parler n'a commencé qu'au cours de la septième, huitième semaine: leçons individuelles, travail à petite distance, assauts libres, matches

d'entraînementst, etc. Le travail foncier des premières 14 semaines a été terminé au milieu de décembre par le tournoi de la Coupe du Monde de Nancy (Szepesi, 1983, 1988).

La deuxième période de 14 semaines embrassait les tournois de la Coupe du Monde de Moscou, de Budapest, (Coupe Hungária), de Hanovre, et de New York. Cette période de compétitions servait à juger les adversaires et à trouver de nouveaux exercices et tâches tactiques. Dans cette période nous avons exercé des éléments techniques – tactiques, exercés pendant des leçons individuelles, et à des tâches spéciales d'assauts. Nos préparatifs ont été complétés par des exercices spéciaux d'escrime, effectués dans la piscine sous l'eau à 3 mètres de profondeur qui, tout en fournissant un chargement spécial, servaient à stabiliser les mouvements tactique et techniques (Szepesi, 1997).

La dernière période de 14 semaines servait à mémoriser et à stabiliser définitivement les manoeuvres tactiques déjà développées et exercées (Kogler 1994, Roi et collaborateurs 2000). Durant cette période il n'y avait que deux compétitions de la Coupe du Monde: l'une a Varsovie, l'autre à Padoue. Un stage de deux ou trois semaines en camp d'entraînement a complété nos préparatifs pour la CM et les JO (Szepesi 1988).

Pendant les dix années étudiées la date des tournois de la Coupe du Monde a peu varié, le lieu parfois, les résultats étaient donc bien comparables. Voici leur chronologie exacte et le nombre des semaines préparatoires, comptées en partant du milieu de septembre.

1. Nancy	10-12 semaines (entre 1982 – 1985 remplacé par le tournois de Vienne, en 1992 par celui d'Athènes)
2. Moscou	16-18 semaines
3. Budapest	18-21 semaines
4. Hanovre	22-24 semaines
5. New York	24-26 semaines (organisé en 1990-92 à Washington)
6. Varsovie	28-31 semaines
7. Padoue	32-34 semaines

Le tournoi de la Coupe du Monde de Padoue a été suivi par le Championnat de France, à 2 jours près et après une pose d'une semaine, par le camp d'entraînement préparatoire pour la CM et les JO. On voit donc clairement que notre travail préparatoire foncier pour la première compétition internationale de l'année (celle de Nancy) était en moyenne, ces dix années durant, de 11 semaines. Après quoi, nous avons pris part toutes les trois semaines à une série de compétitions de la Coupe du Monde. Les autres compétitions - Championnats de France ou tournois internationaux de catégorie B - ont eu lieu pendant les semaines intermédiaires. Parmi ces dernières la plus importante était celle du tournoi des „Sept Nations”. Je n'ai pas tenu compte des résultats de ces compétitions, ne les taxant pas de caractère sélective. Toutes ces rencontres, ainsi que les deux compétitions d'entraînement par semaine (mardi et vendredi) contribuaient à la préparation des athlètes.

3. Les sujets de l'étude

L'examen comporte l'analyse des chargements d'entraînement et de compétition de 29 escrimeurs français de haut niveau. Huit d'entre eux sont devenus au cours de ces dix années membres de l'équipe nationale française. J'ai étudié leurs résultats et chargements d'une part séparément, d'autre part comparés à ceux des autres. Il y avait donc trois sphères d'escrimeurs d'élite:

- Le cadre le plus ample: 29 escrimeurs dont 21 sont désignés dans ce qui suit comme la réserve, ou non sélectionnés

- Ceux qui faisaient partie pendant la période examinée de l'équipe: 8 personnes, les sélectionnées dont
- 5 formaient l'équipe sélectionnée pour les CM et JO, mais les analyses traitent les 8, formant le cadre restreint, uniformément.

Parmi eux trois personnes étaient déjà compétiteurs adultes en 1982: Jean-François Lamour (né: 1956), Hervé Granger-Veyron (1958), Philippe Delrieu (1959). Ils avaient derrière eux au moins 10 années d'entraînement et de compétition (mais aucun succès international). Les 5 autres étaient beaucoup plus jeune, bien que du même "âge de l'entraînements" – mais moins expérimentés en compétitions. Par contre, tous les 5 tireurs étaient encore juniors en 1982: Franck Leclerc (1962), Franck Ducheix (1962), Pierre Guichot (1963), Jean-Philippe Daurelle (1963) et Laurent Couderc (1969) qui n'est devenu membre de l'équipe que bien plus tard, ayant atteint sa 20^{ème} année. Ils n'ont jamais ou très peu reçu de leçons individuelles (qui est pourtant la forme la plus importante de la préparation des athlètes en escrime).

Lamour et Guichot ont fait part de l'équipe durant toute la période examinée. Delrieu a été sélectionné 8 fois, Ducheix 7 fois, Granger-Veyron 6 fois, Daurelle qui n'est devenu membre du cadre qu'en 1989 a été sélectionné 3 fois, de même que Leclerc. Le dernier à entrer en scène, Couderc, ayant dépassé l'âge de juniors, a été sélectionné 2 fois, en 1990 et 1992. Les chargements d'entraînement et de compétition, ainsi que les résultats des 21 membres du cadre large, ont été également notés. Ces données, ainsi que leur comparaison avec les données relatives aux membres d'équipe figurent également dans cette étude.

4. Chargement hebdomadaire

Durant la période du travail foncier, le chargement était le même pour tous les 29 escrimeurs. Par contre, le chargement d'entraînement et de compétition durant la deuxième et la troisième périodes préparatoires différait notablement pour les escrimeurs sélectionnés et ceux de la réserve.

Le chargement hebdomadaire se distribuait ainsi:

lundi	1 séance d'escrime
mardi	2 séance d'escrime + piscine
mercredi	2 séance d'escrime
jeudi	1 séance d'escrime
vendredi	2 séance d'escrime
samedi – dimanche	compétitions

La durée d'un entraînement d'escrime était de 2 à 2,5 heures. La compétitions d'entraînement de mardi se terminait toujours à la piscine (20–30 minutes). C'est là que les membres s'exerçaient aux manoeuvres tactiques qu'ils employaient vis-à-vis de leurs adversaires au cours des compétitions (Szentgyörgyi, 1973). Les exercices tactiques figuraient d'abord au programme des leçons individuelles et ce n'est qu'après qu'ils ont été appliqués aux compétitions nationales, ensuite aux celles de la Coupe du Monde (Boïchenko et Tischler 1983, Szepesi 1997).

En complétant les deux compétitions d'entraînement de la semaine les escrimeurs exécutaient les autres jours des exercices conventionnels, assauts méthodiques ou libre prenaient part aux leçons individuelles. Au cours des assauts systématiques les deux escrimeurs exécutaient des tâches techniques ou des tactiques bien définies, au cours de l'escrime libre, ils s'affrontaient librement, sans restriction aucune. En 1982 et 1983 quand nous avons été obligés de partir vendredi après-midi, l'entraînement a eu lieu dans la matinée. Si notre départ était pour

samedi ou des compétitions françaises (non sélectives) le dimanche, naturellement vendredi nous avons maintenu notre compétition habituelle.

5. But de l'étude, hypothèse

En analysant le travail fourni par 29 escrimeurs 10 années durant, j'ai cherché la réponse aux questions suivantes:

- Est-ce qu'il y avait des différences de préparation ou de chargement d'entraînement et de compétition entre les escrimeurs sélectionnés étant membres de l'équipe et ceux qui ne l'étaient pas?
- Quels étaient les facteurs qui influençaient le plus les résultats obtenus aux compétitions principales (championnats du monde = CM et jeux olympiques = JO):
 - les leçons individuelles?
 - le nombre des matches?
 - le nombre des touches données?
 - les victoires remportées ou leur proportion?
- Comment et à quel point „prédisaient” les résultats obtenus au cours des années préalables aux compétitions sélectives de la Coupe du Monde les résultats, les classements atteints aux CM ou aux JO?
- Est-ce que tous les tournois de la Coupe du Monde ont été également utiles du point de vue des compétitions principales?

Les hypothèses à priori de travail étaient:

H₀1. Moins de différences que de ressemblances

H₀2. Facteurs du même poids, exerçant tous une influence positive

H₀3. Importance croissante annuelle en fonction du temps écoulé

H₀4. Utilité croissante annuelle en fonction du temps écoulé

6. Méthode de mesures des facteurs documentés

Entre 1982 et 1992 j'ai mesuré année par année (42 semaines durant) le chargement infligé aux membres par 8 entraînements hebdomadaires. Dans ma documentation (journal d'entraînement) j'ai fixé 5 données et leur distribution dans le temps (année, période = 3×14 semaines, dates des tournois de la Coupe du Monde, ainsi que celui des semaines et des compétitions). Voici les facteurs:

Td	= nombre des touches données
V	= nombre des victoires
L	= nombre des leçons individuelles reçues
M	= nombre des matches
P	= proportion des victoires, calculées en divisant V par M, donnée en pourcentage

Toutes les données, P excepté, mesurent le chargement d'entraînement. P mesure la performance. Les données ayant été notées soigneusement dans le journal d'entraînement, peuvent être facilement vérifiées.

Tableau No.1: variables employées et leurs signes

Périodes	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	1-7	1-8
Compétitions	Nancy	Moscou	Budapest	Hanovre	New York	Varsovie	Padoue	CM/JO	Total	Total
Nombre de leçons	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L ₁₋₇	L
Nombre de matches	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M ₁₋₇	M
Nombre de touches	Td1	Td2	Td3	Td4	Td5	Td6	Td7	Td8	Td ₁₋₇	Td
Nombre de victoires	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V ₁₋₇	V
Proportion de victoires	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P ₁₋₇	P
Points de classement	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8		

Abréviations: CM = Championnat du Monde; JO = Jeux Olympiques

Les colonnes numérotées du tableau No.1 contiennent les valeurs des 5 facteurs principaux mesurés au cours de l'époque en question. Dans la colonne avant-dernière se trouvent les facteurs totalisant les valeurs des facteurs mesurés durant les 7 premières périodes (p.e.: $M_{1-7} = M1 + M2 + \dots + M7$, par contre $P_{1-7} = P1 \times M1 + \dots + P7 \times M7/M_{1-7}$). Dans la dernière colonne se trouve la somme des valeurs des facteurs mesurés pour toutes les 8 étapes (p.e.: $M = M1 + \dots + M8 = M_{1-7} + M8$). Pour les huit escrimeurs sélectionnés ceci a été complété par les facteurs mesurant les classements obtenus aux compétitions principales.

De tous les facteurs mesurant le chargement (M, V, Td, L), c'était sans doute les leçons individuelles qui se montraient la plus efficace dans le développement des facultés qualitatives des participants. Ces leçons comportent des exercices spéciaux et des tâches tactiques ayant égard à la personnalité, au style, aux dispositions naturelles des escrimeurs. Ces tâches et solutions tactiques s'avéraient être d'une importance cruciale dans l'atteinte de quelques touches déterminant l'issue finale du combat (Szepesi 1997).

7. Analyse statistique

7.1.Considérations générales

Pour toutes les analyses je me suis servi de la version 6.0 de Statistica for Windows (Statsoft 2001).

J'ai analysé séparément les escrimeurs sélectionnés et ceux de la réserve. Ayant suivi pendant dix ans les préparatifs de 29 escrimeurs, je disposais de 134 blocs de données (car je ne disposais pas de toutes les données des athlètes pour tous les 10 ans). Quant aux escrimeurs sélectionnés il n'y avait que 62 données valables sur les 80 (8 sélectionnés sur 10 ans) potentielles. Toutes les données mesurant le chargement sont du type interval (Garson 2001). Pour rejeter une hypothèse nulle je choisie un niveau de signification de 5%. Étant donné que pour certains facteurs la distribution des données ne satisfaisait pas à la condition d'uniformité des variances, en comparant les deux groupes j'ai utilisé au lieu de l'épreuve traditionnelle „t” l'épreuve modifiée de Welch (Statsoft 2001).

7.2.Problèmes découlant de la nature des données soulevés par les regressions linéaires à plusieurs variables

Notre analyse s'occupe exclusivement des données quantitatives de chargement d'entraînement et de compétition. Par conséquent, elle ne peut pas rendre compte de l'aspect qualitatif des choses qui devient forcément flou. Pourtant, cet aspect-là détermine en réalité – au delà des relations quantitatives – les caractéristiques critiques des matches, compétitions,

leçons, victoires, touches données et fait obligatoirement partie des plans d'entraînement et de compétition. Hélas aujourd'hui nous sommes encore très loin d'un concept théorique des sports qui permettrait de réunir en un seul modèle causal ces deux aspects des choses. Nous devons donc nous contenter de ce que nous sommes en mesure d'analyser avec les moyens dont nous disposons et le faire de telle manière qui nous permet de tirer de nos données autant d'informations utiles que possible.

Et c'est pour cela que je ne me suis pas contenté d'approcher les problèmes posés en utilisant seulement des différences des deux groupes des corrélations à deux variables, mais j'ai tenté de les examiner quantitativement. Le but de la méthode quantitative de regression a été d'exprimer un à un en chiffres la relation qui lie le facteur à expliquer (ici notamment la proportion des victoires remportées fin d'année) aux autres facteurs les influençant. Dans les sciences plus rigoureusement quantifiables le but serait de trouver l'équation (formule math.) qui est apte à prédire avec autant de probabilité et aussi précisément que possible à quel point les facteurs explicatifs contribuent individuellement à déterminer le comportement du facteur à expliquer.

Un but important de l'analyse a donc été de distinguer parmi tous les facteurs entrant en jeu celui ou ceux qui contribuaient en premier lieu à influencer et expliquer les résultats obtenus à la dernière compétition ou les victoires remportées pendant la dernière période de compétition. A cette fin j'ai utilisé plusieurs types de regressions linéaires à plusieurs variables. R^2 brut (non corrigé) indique l'ajustement du modèle aux données; l'économie du modèle est mesurée par le coefficient déterminateur à multiples variables corrigé (R^2 corrigé). Les analyses de regression ont été partiellement effectuées pas à pas, pour faire entrer ou sortir des variables je me suis servi, dans la plupart des cas, du critère F de 5 %.

Les estimations regressives concernant la performance ont été calculées pour deux variables à expliquer: pour S8, mesurant les classements obtenus aux CM et JO (ce qui naturellement ne concernait que les escrimeurs sélectionnés) et pour P8, indice généralisée des performances de la dernière période pour tous les 29 participants.

Les problèmes de la collinéarité qui se posaient, ont pu être résolus d'une part en ayant recours aux résidus, d'autre part en appliquant une sélection itérative des variables (détaillée dans ce qui suit). Dans les tableaux, la tolérance appartenant aux variables aptes à prédire les résultats futurs est égale à $(1-R_i^2)$ où R_i est le coefficient corrélatif à plusieurs variables de la variable donnée par rapport à toutes les variables „prognostiques”. La valeur limite inférieure de tolérance dont l'usage est généralement admis dans les sciences sociales permet de négliger les effets de la collinéarité, égale à 0,20 (Garson 2001).

Dans tous les cas où la collinéarité intervenait, il a fallu classer les variables en groupes non corrélés. La regression à multiples variables n'y suffit pas en soi: elle fournit bien les coefficients partiels de la regression, mais ceux-ci deviennent instables par suite de la collinéarité et l'erreur standard qu'ils comportent va en s'agrandissant. J'ai dû donc faire recours à trois différentes méthodes de modelage. Grace à elles il devenait possible de distinguer plusieurs groupes de variables - importants du point de vue des questions posées - qui influençaient les résultats.

La première méthode consiste à appliquer la regression itérative afin de mettre à part du groupe des facteurs „prognostiques” ceux dont le coefficient différait significativement de zéro, puis à recommencer la regression avec les variables restantes et à continuer ainsi de suite jusqu'à ce que chaque variable ait fini par avoir un coefficient significatif. Pour améliorer l'ajustement du modèle j'ai procédé de deux manières en partant des groupes de variables obtenus aux différents stades de la regression: ou j'ai ajouté à l'équation une variable prise d'un autre groupe ou alors si en utilisant une nouvelle variable, l'ancienne a perdu sa signification, j'ai échangé certaines variables contre d'autres, provenant d'un groupe différent. Au cours de ce procédé nous parvenons à établir l'équation finale par une série de choix

subjectifs. Par conséquent, la spécification du modèle n'est pas nécessairement conforme à quelque théorie. La méthode permet néanmoins de déterminer en fin de compte bien mieux la variance de la variable dépendante que ne le fait la régression à pas simple. La méthode a encore un avantage: grâce à elle, on peut déterminer clairement, quels sont les facteurs qui influencent le plus la variable que nous voulons expliquer et réunit ces facteurs en groupes où tous gardent une valeur significative (exception faite des cas extrêmes). Il n'y a qu'un inconvénient: le procédé oblige à faire un très grand nombre d'estimations.

La deuxième méthode, servant à éliminer la multicollinéarité, consiste à utiliser pour l'estimation au cours de la régression au lieu de certaines variables „prognostiques” leurs résidus, épurés de la variable corrélative à elles. Par exemple pour M et Td (les deux variables de l'équation dont la tolérance était très basse toutes les fois où elles figuraient ensemble) le résidu de l'équation $Td = a + bM$ peut être interprété comme étant égal à la part non commune de ces deux variables. Td_res signifie dans ce qui suit ce résidu, une variable rendue indépendante des deux données originales.

La troisième méthode servait à estimer par régression le transformé logistique de la variable P8. L'un des effets de cette transformation logistique est d'atténuer les problèmes découlant de la collinéarité. Un autre effet est qu'elle élimine une déformation éventuelle. Les valeurs que prend la variable dépendante P8 doivent se placer entre 0 et 1, mais dans certains cas où les variables indépendantes prennent des valeurs assez éloignées de la moyenne, la valeur estimée de P8 pourrait bien devenir inférieure à 0 ou dépasser +1. La variable dépendante doit donc être transformée de telle manière que le domaine des valeurs qu'elle prend devienne égal à ceux des variables indépendantes. Je me suis donc servi de la transformation logistique qui peut être décrite par la formule: $\text{logit } P8 = \text{LN} (P8 / (1 - P8))$ où LN signifie le logarithme naturel. Le domaine des valeurs que peut prendre la variable ainsi transformée s'étend à tous les nombres réels. La transformation a cependant un inconvénient: les coefficients de régression ainsi obtenus ne peuvent pas être aussi directement interprétés que dans le cas du procédé linéaire où il est numériquement indiqué quel est le changement que subit la variable dépendante quand la valeur de la variable indépendante augmente ou décroît d'une unité.

Pour éliminer la déformation d'autocorrelation éventuelle, j'ai pris en considération la différence temporelle primaire des variables en jeu, en soustrayant la valeur de l'année précédente de la valeur de l'année courante. En comparant les résultats obtenus ainsi avec les résultats obtenus en partant des données originelles, j'ai pu constater s'il y avait ou non des erreurs provenant de l'autocorrelation.

8. Résultats et discussions

8.1. L'homogénéité de groupe

La première question qui se posait était la suivante: est-ce que les escrimeurs sélectionnés forment un groupe homogène avec les escrimeurs non sélectionnés? Les statistiques descriptives des variables étudiées démontrent que parmi toutes, uniquement M1 n'a pas montré une différence significative en faveur des membres sélectionnés. Il a fallu rejeter l'hypothèse du départ: que les 29 escrimeurs forment un groupe homogène, et par conséquent, il a fallu les diviser en deux groupes pour les analyses.

8.2. Régression

Les résultats de la régression où P8, indiquant l'efficacité au cours de la dernière période de la saison, figurait comme variable dépendante, L1....L7, M1....M7, Td1....Td7 et P1....P7,

comme variables indépendantes portaient à supposer que que ces variables quantitatives documentées ne garantissaient pas une exactitude suffisante pour l'estimation vraiment probable de l'efficacité individuelle. Les résultats totalisés des escrimeurs sélectionnés, aussi bien que ceux des non sélectionnés se trouvent au tableau No.2. La diminution de la valeur corrigée du coefficient déterminateur à plusieurs variables par rapport à la valeur non-corrigée, était particulièrement brusque pour les escrimeurs non sélectionnés. Ceci est dû d'une part au nombre relativement élevé des variables indépendantes, d'autre part à leur degrés de liberté très restreint. Selon R^2 qui montre le taux de l'adaptation du modèle pour les sélectionnés, 77,2% de la variance de P8, pour les non sélectionnés, 81,5% peut être expliquée par ces variables, les erreurs standards des deux regressions étant de 6,4% et de 10,8%, exprimée en unité de mesure de la variable dépendante. Nous ne pourrions donc employer ce modèle à prédire les événements qu'en tenant compte de ces limites d'erreur: malheureusement ces limites sont trop larges pour être applicables à des unités inférieures en nombre à notre groupe.

Tableau No. 2: Estimation par regression de la valeur de P8 en employant toutes les variables

Sélectionnés	Oui	Non
R	0.878	0.903
R^2	0.772	0.815
R^2 corrigé	0.572	0.168
F-reg (dl1;dl2)	3.86	1.26
(dl1;dl2)	(28, 32)	(28, 8)
F-reg p<	0.000	0.388
emregr.	0.069	0.108

Symboles: R = coefficient corrélatif à plusieurs variables; R^2 et R^2 corrigé = valeur brute et valeur corrigée des coefficients déterminants à plusieurs variables; F-reg. (dl1; dl2): valeur de l'épreuve F omnibus de la regression avec les degrés de liberté (dl1; dl2): degrés de liberté de l'épreuve F;

F-reg. p< = niveau de signficance de l'épreuve F; emregr. = erreur moyenne de la regression

Ce modèle éclairait aussi un nombre des problèmes dont l'investigateur de la relation entre l'entraînement et performance a du se rendre compte. Ceux sont dus au fait que les valeurs de tolérance de plusieurs variables indépendantes était basses (voir tableaux No.16. et No.17.), puisque les 28 variables „prognostiques” contenaient des groupes en corrélation intime. Par conséquent, les deux équations (concernant les deux groupes d'escrimeurs) étaient chargées de collinéarité. De plus, étant donné qu'au cours des années, c'étaient toujours les mêmes escrimeurs sélectionnés qui ont pris part aux mêmes compétitions (et souvent leurs adversaires étaient également les mêmes personnes), la possibilité d'un autre effet indésirable s'est manifesté, celui de l'autocorrélation qui, devenu considérable, peut entamer l'indépendance des données.

8.3 Résultats des regressions linéaires à plusieurs variables pour les sélectionnés

Prenant P8 comme variable dépendante, j'ai trouvé à l'aide de la méthode déjà exposée plus haut, trois équations (tableau No.3.). Il est facile d'interpréter la première équation (le bloc le plus haut): les variables indépendantes P1, P2, P4 et M5 exercent toutes un effet favorable sur P8. Les coefficients ne devenaient jamais négatifs (tout au plus quelquefois non significatifs), mais si j'ai remplacé, à titre d'essai, les variables M ou P par une variable de la même nature, mais provenant d'une période différente, l'ajustation devenait invariablement pire.

L'interprétation des coefficients des deuxième et troisième équations était bien plus compliquée et leur faculté explicative décroissait (l'indicateur R^2 était de 57,4% et de 54,4% manquant de plus de 10% celle de l'équation première). Les variables M et Td de la même

période exerèrent un effet contraire, ce qui est bien compréhensible: celui qui au cours d'un nombre égal de matchs et de compétitions a obtenu davantage en touches données, a été probablement plus efficace. Mais il est plutôt surprenant que ceci soit vrai même pour M et Td provenant d'une période différente: l'escrimeur moins efficace dans la dernière période était celui qui a pris part à davantage de matchs et compétitions en obtenant le même résultat en touches données (ou en d'autres termes: au cours d'autant de matchs et de compétitions, il a donné moins de touches). Les coefficients standardisés de la regression (valeur bêta) démontraient que ces effets contraires étaient approximativement de la même grandeur (les valeurs absolues des bêtas différaient peu). En ce qui concerne P8, c'était d'ailleurs vrai pour chaque période: si au sein d'une période donnée nous employons uniquement les variables indépendantes M et Td pour faire l'estimation par regression, le résultat varie peu, les cinquième et sixième périodes exceptées où les coefficients deviennent non significatifs.

Tableau No 3.: Regressions à plusieurs variables pour estimer P8, pour les sélectionnés

Variable	b	esb	bêta	esbêta	t(56)	p<	Toler.	Regression	Valeur
Constante	0,027	0,055			0,50	0,622		R	0,830
P2	0,365	0,098	0,363	0,098	3,71	4,8E-4	0,581	R ²	0,689
P1	0,237	0,107	0,249	0,112	2,22	0,031	0,441	R ² corrigé	0,666
P4	0,217	0,055	0,247	0,115	2,14	0,036	0,418	F-reg(4;56)	30,95
M5	0,001	4,9E-4	0,177	0,084	2,12	0,038	0,796	F-reg p<	1,3E-13
								emregr.	0,061
Variable	b	esb	bêta	esbêta	t(54)	p<	Toler.	Regression	Valeur
Constante	0,426	0,081			5,26	0,001		R	0,758
M2	-0,003	0,001	-1,267	0,584	-2,17	0,035	0,023	R ²	0,574
Td2	0,001	2,9E-4	1,171	0,576	2,03	0,047	0,024	R ² corrigé	0,527
M1	-0,004	0,001	-1,147	0,392	-2,93	0,005	0,051	F-reg(6;54)	12,15
Td2	0,001	2,9E-4	1,171	0,576	2,03	0,047	0,024	F-reg p<	1,4E-8
Td1	0,001	2,4E-4	0,943	0,386	2,44	0,018	0,053	emregr.	0,073
P6	0,347	0,088	0,381	0,097	3,92	2,5E-4	0,833		
Td5	2,9E-4	1,2E-4	0,252	0,100	2,52	0,015	0,786		
Variable	b	esb	bêta	esbêta	t(62)	p<	Toler.	Regression	Valeur
Constante	0,184	0,064			2,87	0,006		R	0,738
Td4	0,001	2,7E-4	0,661	0,313	2,11	0,039	0,082	R ²	0,544
M4	-0,002	0,001	-0,596	0,307	-1,94	0,057	0,087	R ² corrigé	0,515
P7	0,393	0,090	0,440	0,100	4,39	4,4E-5	0,750	F-reg(4;62)	18,49
P3	0,257	0,092	0,285	0,102	2,79	0,007	0,705	F-reg p<	4,8E-10
								emregr.	0,074

Symboles: b = valeur de la section axiale (constante de regression) et des coefficients de regression; bêta = coefficients de la regression standardisés; esb et esbêta = erreurs moyennes des coefficients de regression standardisés et non standardisés; t = épreuve de la signficance des coefficients; p< = niveau de signficance des coefficients de regression; Toler = tolérance; R = coefficient corrélatif à plusieurs variables; R² et R² corrigé = valeur brute et valeur corrigée du coefficient déterminant à plusieurs variables; F-reg. (dl1; dl2): valeur de l'épreuve F omnibus de la regression avec les degrés de liberté F-reg. p< = niveau de signficance de l'épreuve F; emregr. = erreur moyenne de la regression.

L'explication de la première colonne se trouve au tableau No.1.

Les deux équations démontrent en plus que les données des résultats de toutes les périodes sont en corrélation positive avec celles de la dernière période. La variable P5 ne figure nulle part dans les équations parce que cette variable a exercé très peu d'effets sur P8 (quoique son effet soit resté mesurable et positif). Les deuxième et troisième équations montrent que les variables indiquant les chargements des première, deuxième et quatrième périodes ont eu un effet plus grand sur P8 que les autres (indiquant les chargements des périodes 6, 3 et 7).

Les résultats des regressions servant à estimer logit_P8 se trouvent au tableau No.6. La transformation logistique a fourni peu d'informations supplémentaires. En somme, les mêmes périodes de compétitions s'avéraient être plus étroitement liées à P8 que dans le cas des équations non transformées. Par contre, il y avait moins de variables dont le coefficient différait significativement de zéro. L'ajustement était toujours meilleure pour toutes les trois équations qu'au cas des variables originales: R^2 était identique, R^2 corrigé plus grand que pour P8. Malheureusement dans le cas de la transformation, parmi les coefficients des variables de l'équation ci-contre, plusieurs n'étaient pas significatifs (et c'est pour cela que parmi les résultats l'on trouve des regressions quelque peu altérées). Cependant il reste vrai que les résultats de la cinquième période (période de New-York) ont eu un effet nettement moindre sur P8 que ceux de toutes les autres.

8.4. Regressions linéaires à plusieurs variables pour les escrimeurs non sélectionnés.

Pour les non sélectionnés, j'ai trouvé également trois équations, mais leur ajustement était très peu satisfaisante: la valeur de R^2 était au-dessous de 50%. Contrairement au cas des escrimeurs sélectionnés, ici très peu de variables périodiques pouvaient être mis en relation avec P8; j'ai donc fait emploi en plus des variables L_{1-7} , M_{1-7} et Td_{1-7} . Malgré ces difficultés, je suis abouti à des conclusions très intéressantes qui ne se manifestaient pas pour les sélectionnés.

La variable L6 figure dans la première équation, par dessus le marché avec L6 signes – (négatifs). Ce résultat paraît contredire le bon sens: étant donné les résultats obtenus aux compétitions et matches des escrimeurs non-sélectionnés, le plus efficace sera celui entre tous qui pendant la dernière période a eu part à moins de leçons individuelles. Les deux autres équations renforcent cette conclusion (l'équation 3 permet de constater à nouveau le fait que M et Td agissent en sens contraire). Il faut cependant souligner la regression entant que méthode statistique, est peu apte à tester des relations de cause à effet. Dans le cas présent, il est probablement plus juste de renverser l'argumentation: parmi les escrimeurs non sélectionnés qui ont obtenu au cours de l'année à peu près les mêmes résultats. Ceux qui en fin de compte se montraient moins efficaces, avaient grand besoin de prendre davantage de leçons individuelles. Malheureusement, les données aptes à renforcer cette conclusion sont très limitées en nombre.

Comme pour les escrimeurs sélectionnés, j'ai procédé à l'analyse des transformés logistiques des classements de la dernière période de compétition. Dans l'équation dont l'ajustement la meilleure, deux variables indiquant les résultats figurent (la seconde et la septième) ainsi que deux variables de chargement de la première période: M et Td. Pour la variable transformé nous pouvons observer des signes qui indiquent la qualité: le coefficient de M1 est négatif, celui de Td positif. Ce qui plus est: les valeurs bêta des variables de chargement sont bien plus élevées que les valeurs bêta des variables indiquant les résultats; donc le rôle des variables de chargement est plus décisif.

8.5 Résumé des conclusions

J'ai constaté que le travail préparatoire aux Championnats du Monde et aux Jeux Olympiques des escrimeurs français de haut niveau tout aussi insuffisant du point de vue d'acquisition de routine compétitive que d'entraînement. Il fallait donc y remédier radicalement. Pour pouvoir évaluer l'effet des chargements nouvellement introduits, j'ai soigneusement observé et noté le nombre des leçons individuelles, des matches, des touches données et des victoires pendant dix années. Cette étude présente certains aspects de l'analyse de ces données.

Comme il se manifestait une différence nettement marquée dans presque toutes les données quantitatives du chargement dû aux compétitions et à l'entraînement entre les deux groupes d'escrimeurs de haut niveau, il fallait prendre à part les huit participants qui étaient assez efficaces pour faire part de l'équipe nationale et les 21 non sélectionnés.

Pour pouvoir tirer des données autant d'informations utiles que possibles, j'ai eu recours – outre la méthode d'approche direct, conventionnel – à des techniques itératives et regressives. Des problèmes spécifiques découlant des relations complexes existant entre les données observées, nécessitaient l'emploi de techniques particulières. On pouvait observer une multicollinéarité très forte entre le nombre des matches et celui des touches données, mais le nombre des leçons individuelles semblait également être trop fortement liée aux proportions de victoires de certaines périodes. La technique la plus efficace pour traiter le problème de la multicollinéarité s'avérait être l'emploi des résidus purifiés de l'effet troublant de la variance de collinéarité. Il n'était pas possible d'établir d'une manière satisfaisante, si l'autocorrelation avait ou n'avait pas déformé les regressions estimées; les différences de premier ordre amenaient à une perte d'informations; les résultats tout en étant très semblables ne pouvaient pas être directement comparés aux données originales. J'ai développé plusieurs modèles en utilisant des techniques itératives et regressives, pour pouvoir rendre compte des relations complexes existant entre les données quantitatives étudiées et la proportion des victoires obtenues aux compétitions les plus importantes de la saison. Ces modèles ont mis en vue des effets inattendus, parfois surprenants: relations de réciprocité, influences se manifestant après un laps de temps relativement long (par exemple certains effets des leçons individuelles n'entrent en jeu qu'à la saison suivante), et finalement, mais pas en dernier lieu: l'importance très diverse des résultats des différentes tournois de la Coupe du Monde pour les proportions de victoires finales.

Pour les sélectionnés:

$$\begin{aligned} P8 &= 0,027 + 0,237 \cdot P1 + 0,365 \cdot P2 + 0,217 \cdot P4 + 0,001 \cdot M5 && \pm 0,061; \text{corr.}R^2 = 0,666 \\ P8 &= 0,541 - 0,002 \cdot L_{1-7} + 0,039 \cdot M_{1-7} + 0,05 \cdot Td_{1-7_res}/100 + 0,906 \cdot P_{1-7} && \pm 0,065; \text{corr.}R^2 = 0,515 \\ P8 &= 0,184 - 0,002 \cdot M4 + 0,001 \cdot Td4 + 0,257 \cdot P3 + 0,393 \cdot P7 && \pm 0,074; \text{corr.}R^2 = 0,515 \end{aligned}$$

Les modèles ayant la meilleure accommodation pour les membres non sélectionnés.

$$\begin{aligned} P8 &= 0,188 + 0,488 \cdot P1 + 0,325 \cdot P7 - 0,014 \cdot L6 && \pm 0,084; \text{corr.}R^2 = 0,432 \\ P8 &= 0,152 + 0,534 \cdot P1 + 0,352 \cdot P7 - 0,001 \cdot L_{1-7} && \pm 0,087; \text{corr.}R^2 = 0,384 \\ P8 &= 0,546 - 0,002 \cdot L_{1-7} + 0,37 \cdot M_{1-7}/100 + 0,41 \cdot Td_{1-7_res}/100 + 0,857 \cdot P_{1-7} && \pm 0,097; \text{corr.}R^2 = 0,324 \end{aligned}$$

où

M= nombre des matches

L= nombre des leçons individuelles reçues soit aux cours de l'entraînement, soit au cours des compétitions

P= proportion des victoires= nombre des victoires divisé par le nombre des matches

Td= nombre des touches données

Res= variance résiduelle, épurée de l'effet des variables collinéaires

Le numéro qui suit le signe caractéristique des variables indique les périodes de la saison, le numéro 8 se rapporte aux périodes des Championnats du Monde et des Jeux Olympiques. Placée à droite des équations se trouve l'erreur moyenne du modèle et la valeur corrigée.

L'analyse quantitative des données de chargement a en tout cas aidé à expliquer les succès internationaux obtenus par les escrimeurs français durant la période examinée, et même au-delà. Jean François Lamour est devenu champion olympique en 1984 à Los Angeles, en 1988 à Séoul et champion du monde en 1987 à Lausanne. L'équipe du club Racing (Lamour, Guichot, Delrieu, Ducheix, Bolle) a gagné en 1990 la Coupe d'Europe des Clubs Champions. Chaque membre de l'équipe de France (Lamour, Guichot, Delrieu, Daurelle, Granger-Veyron) a obtenu une médaille ou a été finaliste aux championnats du monde ou aux jeux olympiques. Exploit unique et inouï dans l'histoire centenaire du sabre français.

Remerciement

L'auteur remercie Messieurs László Berényi et Iván Szmodis de l'aide très précieuse qu'ils lui ont donné aux chapitres de la statistique et de leurs conseils excellents.

Bibliographie:

- Bácsalmási P, Fehérvári B, and Hepp F.: Élvsportolók felkészülési rendszere (Système de préparation des athlètes de haut niveau, en hongrois) *Sport és Tudomány*, 5, 3–5, 1958.
- Beke Z, and Polgár J.: *The methodology of sabre fencing*. Budapest: Corvina, 1963.
- Boichenko SD, and Tischler DA.: *Metodika takticheskoi podgotovki fekhtovalsika* (Les méthodes de la préparation tactique des escrimeurs, en russe). Minsk: V'seishaya skola, 1983.
- Fodor T.: Élvszenyzők felkészítésének és ellenőrzésének elméleti kérdései a küzdősportokban (Aspects théorétiques de la préparation et du contrôle des athlètes dans les sports du combat, en hongrois). *A Magyar Testnevelési Egyetem Közleményei*, 2–3, 131–146, 1992.
- Garson GD.: *Statnotes* (<http://www2.chass.ncsu.edu/garson/pa765/statnote.htm>), 2001.
- Kogler A.: *Clearing the path to victory* (Route pour la victoire, en anglais) Lansdowne PA: Counter Parry Press, 1994.
- Nagykálldi C.: *Küzdősportok elmélete* (La théorie des sports du combat, en hongrois). Budapest: Computer Arts, 2002. 148 p.
- Ozoray Schenker Z.: *Säbelfechten*. (Escrime au sabre, en allemand) Budapest: Corvina, 1961.
- Roi GS, Toran G, Fiore A, Bressan A, Gatti M, Pittaluga I, Maserati A, Rampinini E, and Larivière G.: Il modello di prestazione della scherma moderna (Modèle de la performance de l'escrime moderne, en italien). *Sds/Rivista di Cultura*, 20(51), 1-8, 2000.
- Statsoft Inc. *Statistica for Windows v. 6.0*. Tulsa: Statsoft, 2001.
- Szentgyörgyi Z.: A versenyedés néhány tényezőjének elemzése és értékelése élvszalbeli kardvívóknál két világszeny alapján (Analyse et évaluation de quelques facteurs de compétition chez les sabreurs de haut niveau compte tenu de deux épreuves mondiales, en hongrois) *A Testnevelési Főiskola Tudományos Közleményei*, No.1, 7, 1973.
- Szepesi L.: Sabre. Développement du sens tactique chez les sabreurs français de 1982 a 1993. *Revue EPS* (Paris), No. 263, 63–66, 1997.
- Szepesi L.: *Seoul. Préparation de l'équipe de sabre*. Paris: FFE, 1988. 46 p.
- Szepesi L.: *Travail collectif*. Paris: FFE, 1983. 63 p.
- Thirioux P.: *Escrim modern*. Paris: Amphora, 1970. 399 p.