

Delignières, D. (1993). La perception de l'effort et de la difficulté. In J.P. Famose (Ed.), *Cognition et performance* (pp. 183-218). Paris: INSEP.

LA PERCEPTION DE L'EFFORT ET DE LA DIFFICULTE.

Didier Delignières
Laboratoire de Psychologie, INSEP.

On évoque fréquemment, à propos de la régulation des émotions ou de la motivation, le rôle joué par la "difficulté perçue". La définition de ce concept varie souvent d'un auteur à l'autre. Pour certains, il s'agit d'une estimation *a priori* du niveau d'exigence de la tâche à accomplir (Dornic, 1986; Kukla, 1972), ou de la probabilité de succès (Atkinson, 1957; Martens, Vealey & Burton, 1990). D'autres auteurs se réfèrent plutôt à la perception, au cours de l'exécution, des difficultés rencontrées pour satisfaire aux exigences de la tâche (Rejeski & Brawley, 1983; Weiner, 1980). Il nous semble d'ailleurs que l'on ne puisse parler de perception que dans ce second cas, dans le sens où le sujet fait l'expérience directe et actuelle d'un stimulus. L'utilisation du terme "difficulté perçue" semble abusive dans le premier, qui correspond davantage à un jugement inférentiel, sur un niveau d'exigence supposé. C'est pourquoi nous avons proposé (Delignières, 1990) de parler de difficulté perçue lorsque l'évaluation accompagne ou suit l'exécution, et de difficulté estimée si l'évaluation précède l'exécution de la tâche.

On peut en outre supposer, sauf à considérer le pratiquant comme un éternel néophyte, qu'une tâche assignée renvoie généralement, par isomorphisme ou analogie, à une expérience antérieure particulière du sujet. Dans ce cadre, la perception des exigences d'une tâche semble constituer la base fondamentale de l'estimation ultérieure des exigences de tâches similaires ou approuvantes. Ce schéma sera d'autant plus vrai dans le cas, fréquent dans les séances d'éducation physique ou d'entraînement sportif, de répétitions successives d'une même tâche. Enfin, si l'on considère le cas d'activités continues, comme par exemple l'escalade, le niveau d'exigence perçu semble pouvoir tenir le rôle assigné classiquement à l'estimation des exigences, et par exemple dans la logique de Kukla (1972), participer en continu à la régulation du niveau d'investissement consenti par le sujet.

Mais s'il est souvent fait référence à la difficulté perçue, rares sont les auteurs qui se sont réellement posé le problème de sa nature, et de son élaboration. La perception de la difficulté semble aller de soi, simple décalque subjectif des exigences de la tâche. Il nous semble néanmoins que si l'on entend développer ces modèles et les opérationnaliser dans le cadre d'interventions de terrain (Burton, 1989; Rejeski, 1985), il est nécessaire d'étudier de manière spécifique la perception de la difficulté. Ce chapitre propose une revue des travaux réalisés à ce jour sur ce thème.

Dans un premier temps, nous aborderons le problème de la définition du concept d'exigence. Dans un second temps, nous présenterons les principaux outils utilisés dans le cadre des travaux sur la perception de l'effort et de la difficulté. Enfin, nous passerons en revue ces recherches, en envisageant successivement la nature des stimuli pris en compte par les sujets, l'influence des variables individuelles, et celle des effets contextuels.

1. Les exigences objectives.

Quand on parle de perception de la difficulté, on suppose l'existence d'une réalité objective, dont le sujet se forge une représentation. Il nous semble nécessaire dans un premier temps de clarifier, sur le plan conceptuel, ce que l'on peut entendre par "difficulté objective" ou "exigences objectives". Pour mener à bien cette clarification, nous nous appuyerons sur le modèle avancé par Famose (1983, 1990), et notamment le concept de tâche.

La distinction tâche-activité est fondamentale. Selon Leplat et Hoc (1983), "*la tâche indique ce qui est à faire, l'activité ce qui se fait*". Dans la logique de cette définition, la tâche préexiste à tout investissement réel du sujet: *on lui attribue une existence objective, indépendante des processus que le sujet mettra en jeu pour la réaliser*. En regard, l'activité fait référence à ce que le sujet mobilise pour satisfaire aux exigences de la tâche. L'activité renvoie à un ensemble de processus internes, inobservables et essentiellement hypothétiques, dont la logique ne pourra qu'être inférée à partir de l'étude des relations caractéristiques tâche-performance.

L'idée centrale qui organise et valide cette approche est celle d'une correspondance entre la tâche et l'activité du sujet, c'est-à-dire entre les contraintes de la première et les ressources mobilisées par la seconde. Contraintes et ressources sollicitées constituent de la sorte deux ensembles en correspondance univoque, et également deux niveaux de description de la tâche. On utilise respectivement les termes d'*exigences* et de *demandes* pour caractériser ces deux niveaux. Les exigences de la tâche renvoient donc aux caractéristiques objectives, à l'architecture de la tâche (Famose, 1983). D'une autre côté, les demandes correspondent au type et au niveau des ressources sollicitées. Par exemple, une tâche de course sur tapis roulant pourra être décrite en termes d'exigences par la vitesse de défilement du tapis, ou en termes de demandes par la consommation d'oxygène requise. Cette liaison fonctionnelle entre exigences et demandes revêt un intérêt majeur, tant pour le chercheur que pour le praticien. Pour le premier, elle constitue le fondement théorique de l'élaboration des protocoles expérimentaux. Quant au second, s'il est amené à définir ses objectifs didactiques en termes de sollicitation des ressources, et donc de demandes, c'est en définitive les exigences de la tâche qu'il devra manipuler.

De cette correspondance bijective des exigences et des demandes est née l'idée d'une possible dimensionnalisation des exigences, renvoyant aux classifications classiquement réalisées au niveau des ressources requises. Diverses propositions théoriques ont été avancées dans cette logique (Billing, 1980; Famose, 1990; Landers et Boutcher, 1986). Nous nous contenterons ici de proposer une distinction macroscopique, fonction de la nature bio-énergétique ou bio-informationnelle des ressources requises (Durand, 1983; Delignières, Legros et Famose, 1991). Nous appellerons *difficulté* le niveau des exigences renvoyant à la sollicitation des ressources bio-informationnelles, et *intensité* le niveau des exigences renvoyant à la sollicitation des ressources bio-énergétique.

Ainsi délimitée, la "difficulté" s'ouvre encore à de multiples niveaux d'analyse. Nous parlerons tout d'abord de *difficulté (ou d'intensité) objective*, en tant que descripteur de la tâche et de son niveau d'exigence. Il s'agit d'une caractéristique absolue, dans le sens où elle est indépendante de l'activité particulière d'un sujet ou des ressources dont il dispose. Cette définition s'appuie sur la logique du modèle précédemment évoqué, donnant à la tâche une existence autonome et objective. Cette difficulté doit pouvoir être décrite et/ou mesurée en ne faisant référence qu'à une analyse des contraintes. Ceci suppose un effort de modélisation des tâches, l'isolation de dimensions pertinentes et la construction d'échelles appropriées.

En la rapportant aux ressources disponibles chez le sujet, on peut introduire la notion de *difficulté (ou d'intensité) relative*. C'est à dire qu'une tâche de difficulté objective donnée pourra être par exemple facile pour un premier sujet, et très difficile pour un second. La difficulté relative dans ce sens est un des descripteurs du système tâche-sujet: on peut la définir comme le rapport demandes de la tâche/ressources disponibles. On pourrait également

parler de difficulté réelle, la difficulté objective définie précédemment n'étant qu'une construction formelle.

Difficulté objective et tâche sont intimement liées. La première dépend de la nature et du niveau des exigences de la seconde. Il nous semble nécessaire à ce niveau de revenir sur le concept de tâche motrice, toute ambiguïté à son sujet se répercutant automatiquement sur celui de difficulté. La tâche peut être définie comme un but, à atteindre en respectant certaines conditions, environnementales et procédurales (Famose, 1990). De manière générale, les auteurs s'accordent sur la notion de but: explicite, il spécifie le résultat qui devra être atteint au terme de la réalisation motrice. Il renvoie à l'état final du système, après accomplissement de la tâche (Leplat et Hoc, 1983). Il faut noter que la réalisation d'un but quelconque suppose généralement la réalisation soit simultanée, soit successive, d'un certain nombre de sous-buts. Les conditions environnementales et procédurales vont réifier le but en l'inscrivant au sein d'un système précis de contraintes spatio-temporelles.

Les premières renvoient à ce que l'on appelle couramment l'aménagement du milieu. Elles constituent des contraintes qui restreignent les degrés de liberté de mouvement du pratiquant. C'est-à-dire que ce dernier doit nécessairement les prendre en compte, les surmonter, voire les utiliser pour réaliser la tâche (Famose, 1990). Si le but ne s'actualise que par la précision de ces conditions, réciproquement ces dernières n'ont de pertinence que par rapport au but assigné. Comme nous l'avons évoqué précédemment, ces contraintes peuvent être distribuées selon deux versants: d'une part celles qui créent de l'incertitude, et d'autre part celles qui génèrent une résistance mécanique. Les premières nécessiteront un traitement bio-informationnel, les secondes la mise en oeuvre des ressources bio-énergétiques.

Les conditions procédurales sont des prescriptions quant aux opérations à mettre en oeuvre pour atteindre le but. Elles concernent généralement la forme du mouvement à accomplir. Par exemple, en saut en hauteur, on peut exiger une performance en "rouleau" ou en "fosbury".

Dans cette définition, que nous qualifierons d'étroite, les conditions renvoient donc à *un environnement direct, à la prise en compte nécessaire et suffisante*. On peut néanmoins trouver dans la littérature des définitions beaucoup plus souples. Ainsi Leplat (1980) propose une analyse en terme de *conditions de travail*, incluant conditions physiques, techniques, socio-économiques (répartition des pouvoirs, rapports de forces sociaux, salaires, législation sociale, conjoncture économique,..).

Cette définition est de toute évidence beaucoup plus large que la précédente: la définition retenue par Famose ne prend en compte que ce que Leplat appelle les conditions techniques. Il ne s'agit pas ici d'opposer les deux approches, mais d'en envisager les intérêts respectifs. La définition large revêt une validité écologique incontestable. Elle permet de rendre compte de l'ensemble des facteurs susceptibles d'influencer l'activité du sujet, dans un contexte réel. La définition étroite représente avant tout un outil expérimental. Elle n'intègre que le but et les conditions essentielles à son atteinte, c'est-à-dire *les conditions qui ne prennent de sens que par rapport à lui*. Cette définition présente une puissance théorique indéniable. Elle a permis, par la correspondance étroite qu'elle postulait entre les caractéristiques de la tâche et certaines étapes du traitement de l'information, de progresser largement dans la compréhension des processus de l'apprentissage moteur et de l'enseignement des habiletés motrices (Durand et Barna, 1987; Durand, Famose et Bertsch, 1986; Famose, Bertsch et Durand, 1987; Famose, Durand et Bertsch, 1985; Famose et Kosnikowski, 1987). C'est cette définition étroite que nous adopterons ici. Dans ce cadre, ce que nous appellerons difficulté objective ne rendra compte que des conditions essentielles, environnementales et procédurales.

Néanmoins la tâche, telle que nous la définissons, demeure une abstraction. Dire qu'un sujet est confronté à une tâche n'a guère de sens, y compris dans le cadre du laboratoire. Une tâche est nécessairement noyée dans un environnement matériel, humain, institutionnel, qui l'actualise et lui donne du sens. Alors l'analyse doit distinguer d'une part la tâche, au sens

étroit du terme, et d'autre part ce que nous appellerons les *facteurs contextuels*, qui peuvent influencer l'activité du sujet, mais qui demeurent étrangers à la tâche stricto sensu (Delignières, 1990, 1991). Parmi ces facteurs on peut distinguer les *facteurs de bruit*, c'est-à-dire l'ensemble des distracteurs potentiels de l'environnement, et les *facteurs d'enjeu*, que l'on peut définir fonctionnellement comme les coûts et bénéfices objectifs que le sujet pourra tirer de la réussite ou de l'échec dans la tâche (sanction, évaluation, certification, salaire, blessure, médiatisation,...)

Cette distinction peut paraître délicate à opérationnaliser. Elle ne saurait reposer notamment sur la nature des conditions prises en compte. Certaines, telles que la luminosité, l'altitude, pourront être classées dans la tâche ou dans les facteurs contextuels, en fonction des caractéristiques du buts et des ressources sollicitées. La distinction est avant tout fonctionnelle. Elle signifie que les sujets qui auront atteint le but assigné auront nécessairement pris en compte les conditions liées à la tâche.

Le sujet va donc être confronté à une tâche contextualisée. Se constitue alors un nouveau système complexe tâche-contexte-sujet, que l'on peut regrouper sous le terme de *situation*.

L'évolution du contexte, donc de l'ensemble de la situation, peut modifier dans une large mesure l'activité du pratiquant. Si nous disons "peut modifier", c'est que l'on peut envisager que le sujet puisse faire abstraction du contexte, et que son activité soit entièrement modelée par la tâche prescrite. On peut sans doute avancer l'hypothèse qu'il s'agit là d'une des caractéristiques des performances de haut-niveau. Car si la tâche représente les conditions nécessairement prises en compte dans l'atteinte du but, le contexte renvoie à un ensemble de conditions à la prise en compte possible, dans un certain sens optionnelle,- et l'on pourrait sans doute décrire des stratégies cognitives de contrôle de ces conditions-, mais certainement primordiales pour comprendre l'activité du débutant en situation signifiante d'apprentissage, notamment sportive.

2. Les méthodes d'investigation.

Les travaux réalisés dans le domaine de la perception de la difficulté et de l'effort sont basés sur les méthodes psychophysiques. Nous allons en exposer rapidement l'économie, ainsi que les outils spécifiques qui ont pu être élaborés dans ce domaine.

La psychophysique peut être définie comme l'étude des relations entre un stimulus et une sensation. Les travaux classiques de psychophysique ont surtout porté sur des dimensions sensorielles simples, telles que la perception de la luminosité, du bruit, etc... Le terme de relation est compris ici dans l'acception mathématique du terme: il s'agit de construire des échelles de mesure du stimulus d'une part, des sensations correspondantes d'autre part, et de rechercher la fonction mathématique d'ajustement qui décrit le mieux la relation.

Une expérience de psychophysique se présente de la manière suivante: l'expérimentateur choisit une série de valeurs du stimulus (de 5 à 7 valeurs). Généralement ce stimulus est clairement identifié, et l'expérimentateur est capable de le mesurer. On fait alors en sorte que ces valeurs soient régulièrement réparties, et sur une étendue suffisante. Ces stimuli sont présentés successivement aux sujets, et selon des procédures plus ou moins complexes, on va tenter de quantifier, de mesurer leurs sensations.

Le principal problème auquel est confronté la psychophysique est celui de la mesure des sensations. Nous allons présenter les deux méthodologies les plus exploitées dans le domaine de la perception de l'effort et de la difficulté: les échelles de rapport et les échelles de cotation. Chacune de ces méthodologies possède ses propriétés propres, la rendant apte à répondre à des catégories précises de questions.

Enfin un problème qui se pose de manière cruciale pour l'étude de dimensions complexes telles que l'effort ou la difficulté, est la détermination du stimulus pris en compte par les sujets.

2.1. Les échelles de rapport.

Le principe de la construction d'échelles de rapport est d'attribuer à chaque niveau de sensation un nombre, de manière à ce que les rapports entre nombres correspondent aux rapports entre les sensations correspondantes. La méthode la plus couramment employée est la méthode d'estimation des grandeurs: un des stimuli de la série sert de standard et est coté par exemple 10. Les autres stimuli seront cotés dans une logique de rapport, c'est-à-dire qu'un stimulus perçu comme deux fois plus intense que le premier sera coté 20.

D'une manière générale, on montre que la relation décrite entre l'échelle des stimuli et l'échelle des sensations construite selon ces méthodes, est une relation de type puissance,

$$s = a.S^b$$

dans laquelle s représente la sensation et S le stimulus.

Cette propriété est fondamentale dans la recherche du stimulus pris en compte par les sujets. Si dans une expérience, on trouve un autre type de relation entre une échelle "objective" et l'échelle des sensations (par exemple, une fonction exponentielle ou logarithmique), alors on peut considérer que cette échelle objective ne représente pas ce stimulus.

La fonction d'ajustement est affectée d'un coefficient de corrélation, qui indique la précision avec laquelle la fonction rend compte de la relation entre les deux échelles. Plus ce coefficient est proche de 1, plus l'ajustement est précis: les points expérimentaux sont alors alignés avec la courbe. Les coefficients de corrélation obtenus entre stimuli et sensations sont généralement très élevés (entre .97 et .99). L'obtention d'un coefficient plus faible, surtout s'il s'agit de données moyennées, doit amener à douter de la variable choisie comme échelle des stimuli, même si la relation obtenue est de type puissance.

Selon Stevens (1969), l'exposant b est une grandeur caractéristique de la dimension sensorielle étudiée. On a ainsi pu mettre en évidence un exposant de 3.5 pour les chocs électriques, 1.45 pour le soupègement de poids, ou 1.7 pour la force de serrage d'une poignée dynamométrique. Cette propriété permet de comparer deux stimuli différents, afin de voir s'il relèvent d'une même modalité sensorielle, ou de processus différenciés.

2.2. Les échelles de cotation.

Les échelles de rapport, si elles permettent l'étude des relations entre un stimulus et la sensation correspondante, autorisent plus difficilement les comparaisons interindividuelles. Par exemple, si un stimulus est coté 20 par un sujet et 40 par un second, on ne peut néanmoins en conclure que le second sujet l'a perçu comme plus intense que le premier. Tout dépend du comportement numérique des sujets, de la manière dont ils ont étalonné et borné leur échelle subjective.

La mise au point d'échelles de cotation vise à permettre ce type de comparaisons. La plus connue est la RPE scale de Borg (1970), pour la perception de l'effort. Il s'agit d'une échelle en 15 points, notés de 6 à 20. L'échelle est en outre ponctuée d'expressions verbales qui visent à faciliter l'évaluation (figure 1). La RPE scale est conçue pour prendre en compte l'ensemble du continuum subjectif: la cotation 6 correspond à un effort nul, et la cotation 20 à l'effort maximal. Enfin cette échelle est construite pour varier linéairement avec l'intensité objective de la tâche et la fréquence cardiaque. De nombreuses expériences ont confirmé la linéarité de ces relations (Borg, 1970; Borg et al., 1987; Brisswalter, 1992). Plus précisément,

le score attribué par les sujets sur la RPE scale est approximativement égal à la fréquence cardiaque, divisée par 10.

6	
7	Effort très, très léger
8	
9	Effort très léger
10	
11	Effort assez léger
12	
13	Effort assez intense
14	
15	Effort intense
16	
17	Effort très intense
18	
19	Effort très, très intense
20	

Figure 1.: RPE scale de Borg (1970), pour la perception de l'effort.

Ces propriétés permettent, à condition que les sujets aient bien respecté les consignes d'utilisation de l'échelle, de comparer les niveaux d'effort perçus de deux groupes de sujets dans une tâche similaire. On considère par exemple que si un premier groupe cote une tâche 9 et un second 11, alors les sujets du premier groupe ont en moyenne perçus la tâche comme plus intense (Rejeski & Sandford, 1984; Rejeski et al., 1987). On utilise également couramment la RPE scale dans une optique de production d'effort, pour l'entraînement, les programmes de remise en condition physique ou de rééducation (Ceci & Hassmén, 1991; Chow & Wilmore, 1984).

Une échelle de cotation représente donc un outil particulièrement intéressant. Nous avons mis au point une échelle similaire, pour la perception de la difficulté. Cette échelle, baptisée DP-15, est construite sur les mêmes principes que celle de Borg (figure 2): divisée en 15 échelons, elle est ponctuée de labels distribués de "extrêmement facile" à "extrêmement difficile".

Nous avons pu montrer, en utilisant des tâches de pointage de Fitts (1954) que cette échelle variait linéairement avec la quantité moyenne d'information à traiter (Figure 3), et avec la performance (Delignières, 1992). Cette linéarité est constatée tant au niveau des scores moyennés qu'à celui des scores individuels. Enfin cette échelle présente une bonne fiabilité, dans un protocole test-retest.

Nous avons obtenu des résultats similaires dans une tâche de recherche visuelle, consistant à frapper sur un clavier des lettres apparaissant de manière aléatoire sur un écran vidéo (Delignières, 1990). Enfin quelques expériences ont été menées dans le but d'apprécier la validité de cette échelle, dans le cadre de tâches complexes. Dans une expérience de Famose, Delignières et Genty (article soumis), les sujets devaient évaluer la difficulté de 20 tâches de lancers de fléchettes sur cible mobile, variant en fonction de la distance de lancer, de la vitesse, de la complexité et de la prévisibilité du déplacement de la cible. La difficulté perçue varie linéairement avec la performance moyenne ($r=.945$). Viens (1992) reprenant les tâches d'escalades mises au point par Delignières (1990) montre que la difficulté perçue, mesurée par la DP-15, varie linéairement avec la difficulté objective ($r=.989$).

1	
2	Extrêmement facile
3	
4	Très facile
5	
6	Facile
7	
8	Un peu difficile
9	
10	Difficile
11	
12	Très difficile
13	
14	Extrêmement difficile
15	

Figure 2.: Echelle de cotation DP-15 pour la perception de la difficulté.

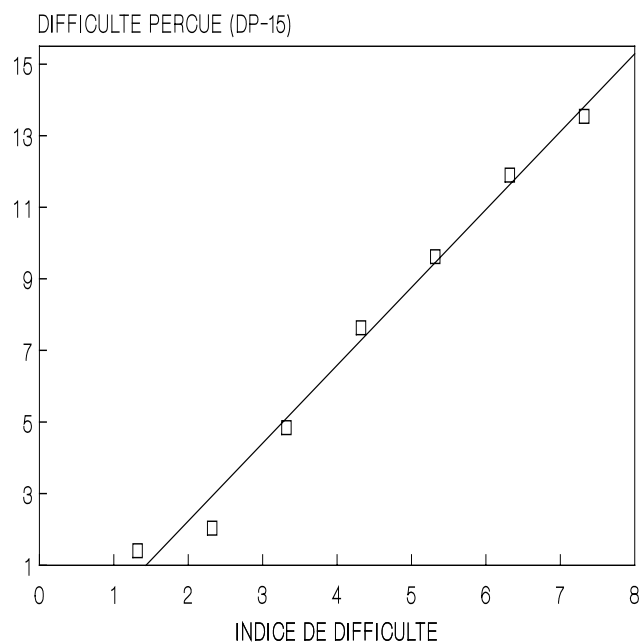


Figure 3: Relation entre la quantité moyenne d'information (Indice de difficulté, I) et la difficulté perçue, mesurée grâce à l'échelle DP-15, dans les tâches de pointage de Fitts. L'ajustement est linéaire:

$$DP = (2.17 * I) - 2.12 \quad (r = .994)$$

Ces deux échelles représentent donc, chacune dans leur domaine, des outils permettant de comparer des niveaux individuels de difficulté ou d'effort perçus. Quoique leurs propriétés métriques soient largement inférieures à celles des échelles de rapport, elle peuvent également permettre des études corrélacionnelles riches en enseignement.

3. Les stimuli pris en compte par les sujets.

Un aspect fondamental des recherches sur la perception de l'effort et de la difficulté a été de mettre en évidence la nature des stimuli réellement pris en compte par les sujets. Les chercheurs avaient grossièrement le choix entre des variables liées à la tâche, des variables de performance, ou encore des variables intermédiaires, liées à la sollicitation des ressources du système. Ces travaux se sont révélés particulièrement ardues, dans le sens où généralement, l'ensemble de ces variables sont étroitement corrélées. Ce n'est que par le croisement de multiples expériences que l'on parvient à dégager un réseau de vraisemblance. L'identification du stimulus est néanmoins une étape indispensable, si l'on envisage dans un second temps d'intervenir sur ces processus perceptifs.

3.1. La perception de l'effort.

La première étude est réalisée par Borg et Dahlström (1960), et concerne des efforts de courte durée (moins d'une minute), sur bicyclette ergométrique. Les auteurs montrent que l'effort perçu est une fonction positivement accélérée de l'effort objectif, que l'on peut décrire par une fonction puissance d'exposant 1.6. L'utilisation d'autres méthodes, comme l'estimation de grandeurs, ont confirmé la nature de cette relation (Borg, 1962). Une étude similaire est réalisée par Stevens et Mack (1959), sur la force subjective de serrage d'une poignée ergométrique. Les auteurs mettent également en évidence une fonction puissance, d'exposant 1.7, cohérent avec le précédent.

Borg (1962) a expérimenté également sur les efforts prolongés (de 4 à 6 minutes). Il montre que la fonction puissance d'exposant 1.6 est le meilleur ajustement de la relation entre l'effort objectif (EO) et l'effort perçu (EP), et suggère l'introduction de diverses variables, permettant un ajustement plus performant. La relation prendrait la forme suivante (cf. figure 4):

$$EP = a + c(EO - b)^{1.6}$$

La constante a est en rapport avec le bruit perceptif résiduel, et décrit avec la constante physique b le point de départ de la courbe.

Le type d'effort semble néanmoins avoir une influence sur la valeur de l'exposant. Ainsi, pour la marche, on obtient des exposants plus élevés, de l'ordre de 3 (Borg, 1973; Borg et coll., 1987). La durée est également un facteur déterminant de l'intensité objective des tâches. Concernant les efforts statiques, Stevens et Cain (1970) décrivent la relation entre l'effort perçu, la force objective (F) et la durée (t) selon l'équation suivante:

$$EP = kF^{(1.7)}t^{(.7)}$$

L'effort subjectif augmente donc plus rapidement avec la force objective qu'avec la durée de contraction.

La découverte de ces invariants a incité les chercheurs à élucider les mécanismes de construction de l'effort perçu. Un des premiers axes de recherche a consisté à mettre en relation les échelles subjectives avec les principales variables physiologiques.

Borg et coll. (1987) réalisent une expérience assez complète, concernant trois tests d'effort (cycloergomètre, course et marche). Le RPE varie linéairement avec l'intensité objective pour la course et la bicyclette ergométrique. Ceci est normal puisque l'échelle a été conçue pour cela. Par contre, le RPE varie avec le carré de la vitesse en ce qui concerne la marche. Ceci doit évidemment être mis en rapport avec l'évolution des réponses physiologiques à l'exercice. Les auteurs décrivent des relations puissance entre intensité et fréquence cardiaque, d'exposant 1.3 pour l'ergomètre, 1.1 pour la course, et 2.9 pour la

marche. Un traitement secondaire non réalisé par les auteurs montre que quel que soit le type d'effort réalisé, la RPE scale demeure une transformation linéaire de la fréquence cardiaque:

Ergomètre:	RPE= (.108)FC - .601	(r=.996)
Course:	RPE= (.095)FC + .166	(r=.998)
Marche:	RPE= (.101)FC + 1.150	(r=.961)

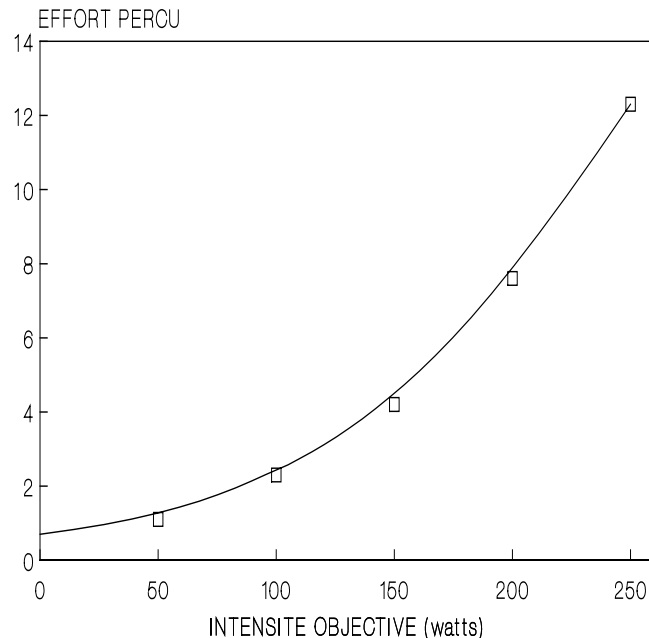


Figure 4.: Relation effort objectif-effort perçu, lors d'un travail sur bicyclette ergométrique (d'après Borg et coll., 1987).

En outre la pente des droites de régression demeure invariante, autour de la valeur .1 dérivant de la construction même de l'échelle.

L'interprétation de tels résultats doit néanmoins être prudente. Les corrélations obtenues n'impliquent pas de nécessaires liens de causalité entre les variables corrélées. Par exemple Pandolf *et al.* (1972) montrent que si l'élévation de la température environnementale a un effet d'accroissement sur la fréquence cardiaque, aucune différence significative n'est trouvée en ce qui concerne le RPE. De même, lors d'un effort prolongé (25-30 minutes), le RPE tend à croître de manière monotone, même lorsque la fréquence cardiaque atteint le plateau correspondant à la vitesse imposée (Feltz, Crouse et Brunetz, 1988).

On ne peut donc conclure que la fréquence cardiaque est le déterminant de la perception de l'effort, ni surtout qu'elle en constitue le seul. Diverses variables physiologiques ont été mises en relation avec l'effort perçu outre la fréquence cardiaque, on a montré que l'effort perçu corrélait avec la lactatémie (Borg et coll., 1987; Gamberale, 1972; Ljunggren et Hassmén, 1991), la consommation d'oxygène (Gamberale, 1972; Hetzler et coll., 1991), le débit ventilatoire (Seip et coll., 1991), ou la viscosité sanguine (Brun, Elbouhmedi et Orsetti, 1990). L'ensemble de ces variables évoluant de manière monotone avec l'intensité de l'exercice, on peut s'attendre à ce qu'elle présentent toutes des corrélations élevées avec l'effort perçu.

On peut supposer de plus qu'en fonction de la nature de la tâche réalisée, et donc du type de filière énergétique sollicitée, les déterminants de la perception de l'effort seront

différenciés. Reprenant une idée de Borg (1962), Ekblom et Goldbarg (1971) montrent la possibilité de reconnaissance indépendante de l'effort central et de l'effort local, et proposent un modèle à deux facteurs. Le facteur central serait lié à des processus métaboliques aérobiques dont peuvent rendre compte la fréquence cardiaque ou la consommation d'oxygène. Quant au facteur local, il semble d'origine anaérobie, et pourrait être évalué à partir de la concentration des lactates dans le sang (Borg et Noble, 1974). Borg (1986) montre ainsi qu'en ski, quel que soit le niveau de pratique, les sujets produisent des RPE locaux (membres inférieurs) plus élevés que les RPE centraux.

Dans une expérience portant sur la perception de l'effort lors de la réalisation de tâches d'escalade, nous avons pu montrer que l'effort perçu corrélait fortement avec l'activité des muscles des membres supérieurs (Delignières, Famose, Thépaut-Mathieu et Fleurance, 1991). En outre la localisation du stimulus pris en compte par les sujets semble extrêmement précise. L'étude de la corrélation par les rangs entre les relevés électromyographiques et l'effort perçu fait apparaître de larges différences entre groupes musculaires. Le stimulus pertinent pour la construction de l'effort perçu en escalade semble ainsi clairement résider au niveau des muscles de la loge antérieure de l'avant-bras.

Robertson (1982) estime que la contribution relative des facteurs locaux et centraux dépend de l'intensité et de la durée de l'exercice. Durant les trente premières secondes, l'effort local serait prédominant. Bien que l'effort local puisse encore dominer dans de nombreux cas (Cafarelli, Cain, & Stevens, 1977), le facteur central devient prégnant à haute intensité et au-delà des trente premières secondes. On peut noter que ce modèle est en accord avec la description classique de la mobilisation progressive des ressources énergétiques, anaérobiques puis aérobiques, en fonction de l'intensité et de la durée de l'exercice.

Le type d'exercice joue également un rôle important. Un traitement secondaire des données de Borg et coll. (1987), montre que les contributions respectives de la fréquence cardiaque et de la lactatémie varient largement en fonction de l'exercice (Delignières, 1992). Ainsi l'effort perçu serait lié en ce qui concerne la marche en quasi-totalité aux facteurs cardio-vasculaires, alors qu'en ce qui concerne la course et l'ergomètre, les contributions seraient davantage équilibrées. En d'autres termes, la course et l'ergomètre entraîneraient davantage la mise en jeu des facteurs locaux, ce que semble confirmer les courbes d'accroissement des lactates: Si la lactatémie augmente régulièrement au cours de l'effort sur ergomètre ou de la course, elle reste quasiment invariante pour la marche, avant une brusque augmentation au-delà de 8 km/h, traduisant sans doute une modification dans l'efficacité du geste (Ljunggren et Hassmén, 1991). Dans le même ordre d'idées, Ekblom et Goldbarg (1971) montrent qu'à consommation d'oxygène équivalente, un travail sollicitant les bras entraîne un RPE supérieur à un travail sollicitant les membres inférieurs. Si l'on compare les tâches à partir des concentrations lactiques, il n'y a plus de différence. Selon les auteurs, dans un travail n'impliquant que peu de groupes musculaires le facteur local semble dominant, alors qu'un travail sollicitant l'ensemble du corps crée un stress ventilatoire et circulatoire qui s'ajoute à la contrainte locale.

Des travaux récents mettent néanmoins l'accent sur l'importance de la lactatémie, quelle que soit le type de tâche réalisée: Seip et coll. (1991) comparent les performances (vitesse), les réponses physiologiques (consommation d'oxygène, fréquence cardiaque, ventilation) et les scores RPE de deux groupes de sujets, athlètes et non-athlètes, à différents niveaux de lactatémie (seuil lactique, 2, 2.5 et 4 millimoles). En dépit de différences significatives entre les deux groupes au niveau des performances et des réponses physiologiques, aucune différence n'est mise en évidence en ce qui concerne le RPE. Hetzler et coll. (1991) mettent en évidence un résultat similaire, en comparant cette fois des données recueillies lors de deux épreuves, sur tapis roulant ou sur cycloergomètre: à concentration lactique équivalente, les modalités d'exercice n'ont pas d'influence sur l'effort perçu.

La perception de l'effort semble donc être liée à l'intégration d'un grand nombre de signaux générés par une variété de récepteurs diversement localisés, et cette combinaison dépendra largement des conditions particulières de l'exercice. D'une manière générale, et pour

l'ensemble des activités sportives, la localisation des signaux pertinents pour la construction de l'effort perçu semble une voie de recherche importante, dans un premier temps afin d'en élucider les mécanismes, et dans un second pour optimiser les processus de tolérance psychologique à l'effort.

3.2. La perception de la difficulté.

Si l'étude psychophysique de l'effort a donné lieu à de multiples travaux, les préoccupations relatives aux exigences informationnelles sont restées plus confidentielles. Dès 1962, Borg envisage pourtant une application possible à la difficulté, et une série d'expériences sera réalisée dans ce sens dans les années soixante-dix par le Département de Psychologie de l'Université de Stockholm (pour une revue, voir Borg, Bratfisch et Dornic, 1971a). Portant successivement sur des tâches motrices et mentales, ces travaux n'ont pas apporté de résultats convaincants. Au gré des expériences, la relation entre difficultés objective et subjective apparaît tour à tour de type linéaire, logarithmique ou exponentielle, ce qui amènera les auteurs à supposer l'intervention de contaminations secondaires, dues à la structure de la tâche ou à la performance, voire à douter même de la pertinence du concept de difficulté (Borg, Bratfisch et Dornic, 1971). Ce qui surprend à l'examen de ces travaux, ce sont les problèmes que semblent rencontrer les auteurs pour définir et mesurer la difficulté objective. Dans certains cas, ils utilisent des standards de performance (pourcentages de succès ou d'échecs), relevés dans des échantillons étendus, distincts des groupes expérimentaux (Borg et Forsling, 1964). Ces standards sont alors sensés caractériser le niveau de contrainte imposé par la tâche. Dans d'autres, ce sont encore des variables de performance qui sont utilisées, mais il s'agit cette fois de la performance des sujets eux-mêmes (Bratfisch, Dornic et Borg, 1970). Ce n'est plus la tâche elle-même qui sert de critère, mais le comportement du groupe expérimental. Dans d'autres cas encore, la difficulté objective est inférée des caractéristiques intrinsèques de la tâche (Borg, Bratfisch et Dornic, 1971b, 1971c), sans pour autant que le critère retenu ne fasse l'objet d'hypothèses quant à sa pertinence pour décrire linéairement l'accroissement de la difficulté objective.

Ces travaux mettent l'accent sur la nécessité de disposer d'une mesure précise et valide de la difficulté objective. Dans le cadre de tâches simples, comme des tâches de temps de réaction ou des tâches de pointage, il est possible de calculer l'*entropie*, c'est-à-dire la quantité moyenne d'information à traiter pour réaliser la tâche. Divers travaux déjà anciens ont montré que cette grandeur constituait une mesure valide de la difficulté, et notamment qu'elle variait de manière linéaire avec la performance (Fitts, 1954, Hick, 1952, Hyman, 1953). Nous avons réalisé une série d'expérience, basées sur ce principe de mesure de la difficulté objective (Delignières, 1990, 1992).

Dans une première expérience, nous avons utilisé les tâches de pointage de Fitts (1954). Les sujets doivent pointer alternativement et le plus vite possible deux cibles de largeur W et séparées par une distance A (figure 5).

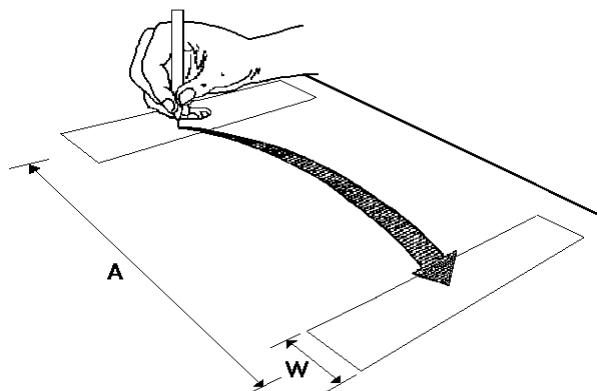


Figure 5: Dispositif expérimental de Fitts (1954).

Fitts montre que l'on peut calculer pour chaque tâche un indice de difficulté, représentant la quantité moyenne d'information à traiter:

$$ID = \log_2(2A/W) \text{ bits/réponse}$$

La performance, c'est-à-dire le temps moyen séparant deux impacts successifs, corrèle fortement avec l'indice de difficulté caractérisant la tâche (Fitts, 1954; Fitts et Peterson, 1964).

Nous avons utilisé 5 niveaux de difficulté, correspondant à des ID de 1.32 à 5.32, avec un pas de une unité. Après réalisation de chaque tâche, les sujets devaient en évaluer la difficulté, selon la méthode d'estimation des grandeurs.

Cette expérience a mis en évidence une relation exponentielle entre indice de difficulté et difficulté perçue (Figure 6). Cette ajustement se révèle également le plus précis, au niveau des données individuelles, pour 23 sujets sur 27. L'utilisation de la méthode d'estimation des grandeurs devant déboucher sur la description d'une relation de type puissance entre stimulus et sensation, on peut en conclure que la difficulté objective ne constitue pas le stimulus pris en compte par les sujets. Le coefficient de corrélation proche de l'unité permet par contre de supposer que la difficulté objective entretient avec ce stimulus une relation fonctionnelle très étroite.

Nous avons par contre mis en évidence une relation de type puissance entre performance et difficulté perçue:

$$DP = (5.90) * PERF(1.65) \quad (r=.999)$$

Néanmoins au niveau individuel, l'ajustement puissance ne se révèle le plus précis que pour 3 sujets sur 27, ce qui amène à douter que la performance soit réellement le stimulus pris en compte. Une seconde expérience, utilisant cette fois des tâches de recherche visuelle, confirme les relations obtenues, alors que selon ce dispositif les performances sont très variables d'un essai à l'autre. La performance apparaît comme une variable latérale, corrélée mais inessentielle à l'élaboration du sentiment de difficulté.

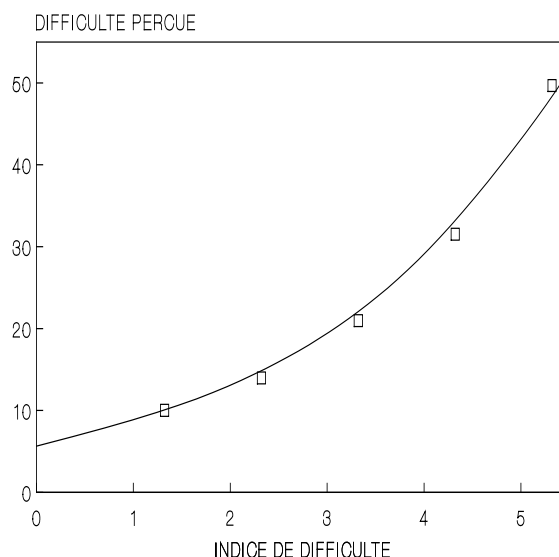


Figure 6.: Relation indice de difficulté-difficulté perçue, dans les tâches de Fitts. L'ajustement est de type exponentiel:

$$DP = (5.65) * e^{(.402)ID} \quad (r=.999)$$

Ces résultats nous ont amené à émettre l'hypothèse selon laquelle la perception de la difficulté serait liée à une variable intermédiaire, fonctionnellement intercalée entre difficulté objective et difficulté perçue, et représentant la sollicitation des ressources du système. Ceci nous conduit logiquement au concept de *charge de travail*. Définie comme "le rapport des exigences de la tâche à la capacité maximale de l'opérateur" (Welford, 1977), la charge détermine l'investissement de ressources nécessaire à l'atteinte du but (Navon et Gopher, 1979, 1981). Dans le cadre des expériences que nous avons menées, c'est-à-dire avec une tâche unique et une consigne de rapidité maximale, et dans la mesure où nous ne cherchons qu'un indice comparatif pour différentes modalités d'exécution d'une même tâche, la performance, en terme de temps de réponse ou de temps moteur, constitue une mesure valide, quoique probabiliste, de la charge de travail (Leplat, 1977; Welford, 1977). Dans cette logique, la perception de la difficulté d'une tâche pourrait se baser sur l'évaluation de la charge mentale moyenne occasionnée par les essais successifs réalisés.

Afin de tester cette hypothèse, nous avons réalisé une troisième expérimentation, utilisant des tâches de recherche visuelles sous pression temporelle (Delignières, 1992). Dans cette expérience, les sujets devaient frapper sur le clavier d'un ordinateur les lettres qui apparaissaient à l'écran selon un rythme régulier. La difficulté des tâches variait en fonction du nombre de lettres susceptibles d'apparaître, et en fonction du rythme d'apparition.

Ces tâches sous pression temporelle se révèlent particulièrement propices à l'opérationnalisation du concept de charge mentale. Selon Welford (1977), "le temps mis pour accomplir une tâche à la vitesse maximale donne une indication de la capacité en termes d'exigences qui peuvent être remplies dans un temps donné, et une indication des exigences en termes de temps requis, de telle sorte que la charge de travail peut être mesurée en comparant le temps minimum requis avec le temps disponible". Cette mesure est intéressante car elle intègre dans un indice unique la quantité moyenne d'information à traiter, déterminant le temps requis, et le temps disponible. Ce principe de mesure a été retenu par la plupart des auteurs travaillant sur cette problématique (revues dans Moray, 1982; Jex, 1988; Reid et Nygren, 1988).

Cette expérience a mis en évidence une relation de type puissance entre le rapport temps requis/temps disponible et la difficulté perçue (Figure 7).

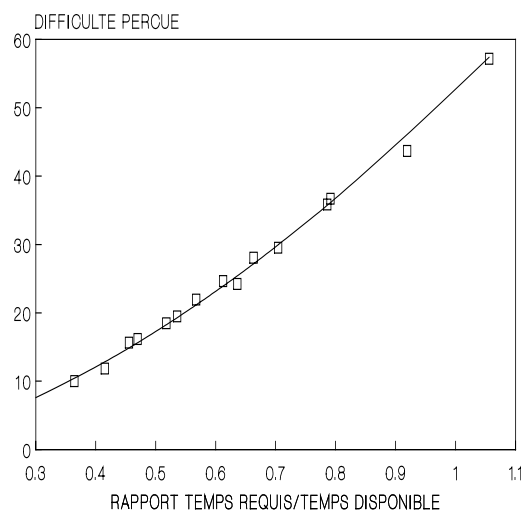


Figure 7.: Relation entre le rapport temps requis/temps disponible et la difficulté perçue, dans les tâches de recherche visuelle sous pression temporelle. L'ajustement est de type puissance:

$$DP = (52.58) * (Treq. TD)^{1.61} \quad (r = .997)$$

Ce résultat montre que le stimulus pris en compte par les sujets est bien une variable intermédiaire, rendant compte de la charge que représente pour le système le traitement de

l'information nécessaire à l'exécution de la tâche. Mais s'il donne quelque certitude sur le niveau de cette variable, il ne permet pas d'en préciser la nature. Il subsiste dans ces résultats un paradoxe: dans les deux premières expériences que nous avons présentées, on peut considérer que le temps de réponse constitue une mesure acceptable de la charge de travail. Lors de la réalisation d'une série d'essais sur une même tâche, le temps moyen de réponse serait une mesure de la charge moyenne, variable qui constituerait le stimulus pris en compte par les sujets pour l'élaboration du sentiment de difficulté. Cette hypothèse semble néanmoins invalidée par l'inconsistance des fonctions individuelles d'ajustement performance moyenne-difficulté perçue. Tout semble se passer comme si le stimulus pris en compte par les sujets n'était pas la charge actuelle de travail, mais une charge moyenne théorique, déterminée par la quantité moyenne d'information à traiter et les caractéristiques du système de traitement.

Nous avons réalisé une expérience dans le but de vérifier cette hypothèse. Nous avons utilisé les tâches de recherche visuelle, avec 5 niveaux de difficulté. Nous disposions des scores moyens de performance d'un groupe de 63 sujets, réalisant chacun 20 essais à chaque niveau de difficulté (nous l'appellerons groupe standard). On peut considérer que ces scores moyens constituent une mesure de cette charge moyenne théorique. 15 sujets, après réalisation de chaque tâche, en évaluait la difficulté selon l'échelle de cotation DP-15. Les résultats montrent que les scores individuels de difficulté perçue corrèlent moins avec les performances individuelles correspondantes ($r=.819$), qu'avec les performances moyennes du groupe standard ($r=.918$).

Ce résultat est pour le moins surprenant. Il montre clairement l'indépendance de la difficulté perçue, vis-à-vis des performances effectivement réalisées. Tout se passe comme si, face à la quantité moyenne d'information véhiculée par la tâche, le système allouait *a priori* une certaine quantité de ressources. En fonction des stimuli qui apparaîtront (par exemple une lettre déjà bien repérée sur le clavier, ou à l'inverse une lettre excentrée et rare), cette première allocation pourra se révéler superflue, ou à l'inverse insuffisante. Néanmoins c'est sur cette allocation a priori de ressources que semble se baser la perception de la difficulté. La figure 8 tente de rendre compte de ces hypothèses: pour répondre aux exigences de la tâche, le sujet allouerait une certaine quantité de ressources. Cette allocation déterminerait d'une part la performance réalisée, et d'autre part, mais de manière parallèle, la difficulté perçue.

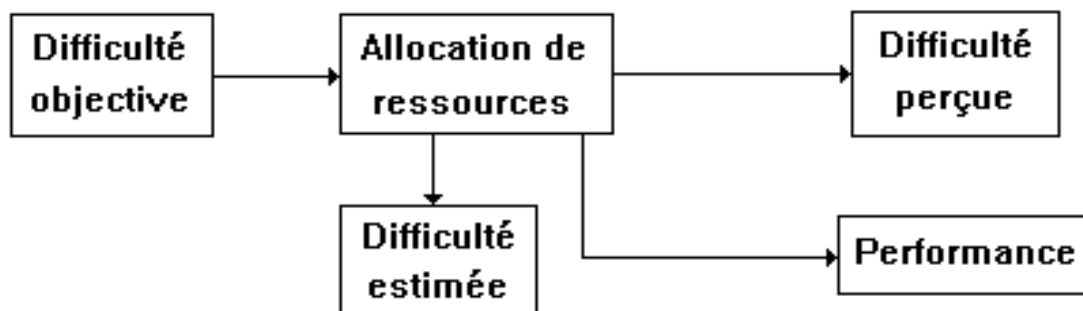


Figure 8.: Rôle de l'allocation de ressources dans la perception de la difficulté.

La relation investissement de ressources-performance a été étudiée par divers auteurs (Norman et Bobrow, 1975; Kantowitz et Knight, 1978; Navon et Gopher, 1979, 1981). D'une manière générale, et en fonction d'un principe d'efficacité, la performance croît de manière monotone avec l'investissement en ressources (Kantowitz et Knight, 1978). Norman et Bobrow (1975) estiment néanmoins nécessaire de distinguer les processus limités par les ressources, au niveau desquels on retrouve cette liaison monotone, et les processus limités par les données, pour lesquels la performance est indépendante de l'investissement. Si notre modèle est valide, on devrait trouver une forte corrélation entre difficulté perçue et

performance si les processus concernés sont limités par les ressources. C'est le cas pour l'ensemble de nos expériences, où une corrélation de ce type est systématiquement mise en évidence. Par contre, si les processus sont limités par les données (l'exemple le plus fréquemment avancé concerne les tâches de perception avec un faible rapport signal/bruit), on devrait observer une dissociation entre les deux variables.

Notre modèle se rapproche à ce niveau des propositions de Kantowitz et Knight (1978), pour lesquels la difficulté n'est pas une caractéristique intrinsèque de la tâche, mais une caractéristique inférée de l'activité du sujet. Selon les auteurs, c'est en fonction du niveau de ressources investi que la performance pourra être définie comme facile ou difficile: la difficulté va s'accroître de manière monotone avec l'investissement en ressources nécessaire pour atteindre un niveau donné de performance.

Nous avons également fait apparaître dans ce modèle la difficulté estimée. Rappelons que nous entendons par là une évaluation a priori de la difficulté, avant réalisation la tâche. On retrouve l'idée d'une liaison fonctionnelle entre difficulté estimée et investissement de ressources chez Kukla (1972). Néanmoins selon Kukla, c'est l'estimation de la difficulté qui détermine l'investissement, et non l'inverse. Cette contradiction ne nous semble qu'apparente. Ce que nous appelons ici difficulté estimée, c'est une évaluation verbale réalisée par le sujet, avant réalisation de la tâche. Si nous considérons que cette évaluation est déterminée par l'allocation de ressources, c'est que nous avons pu montrer qu'elle obéissait aux mêmes principes que la difficulté perçue: notamment la difficulté estimée, évaluée selon la méthode d'estimation des grandeurs, apparaît comme une transformation exponentielle de la quantité moyenne d'information à traiter (Delignières, 1990). Ceci n'exclut pas que l'allocation de ressources soit elle-même déterminée par des représentations de la difficulté et de l'habileté propre du sujet, selon la logique développée par Kukla. Mais il s'agirait alors de représentations fonctionnelles, de nature infra-verbale, dont la logique d'élaboration demeure à déterminer.

Si ce modèle est valide, on peut s'attendre logiquement à ce que la difficulté estimée corrèle fortement avec la difficulté perçue. Nous avons pu vérifier cette hypothèse au cours de deux expériences (Delignières, 1990). Dans la première, les sujets évaluaient a priori la difficulté de 16 tâches de pointage de Fitts. Ils réalisaient ensuite chacune des tâches et en cotaient immédiatement la difficulté, selon l'échelle de cotation DP-15. On observe une corrélation de .993 entre difficulté estimée et difficulté perçue. Dans une seconde expérience, nous avons demandé à 18 sujets de coter, avant et après pratique, la difficulté de 27 tâches d'escalade sur structure artificielle. On trouve une corrélation de .994 entre difficulté estimée et difficulté perçue.

Ce modèle permet d'autres prédictions. Avec l'apprentissage, le sujet pourra atteindre le même niveau de performance dans la tâche avec un investissement moindre de ressources (Leplat, 1987; Famose, 1990). L'installation de l'habileté doit donc s'accompagner d'une baisse du niveau de difficulté perçue. Ceci offre une possible lecture du résultat obtenu par Bratfisch, Dornic et Borg (1970), qui montrent que la difficulté perçue diminue au cours des essais successifs dans une tâche motrice.

Une autre prédiction peut être faite: soient deux sujets A et B confrontés à une même tâche. On suppose que les deux sujets possèdent une habileté similaire dans la tâche. Néanmoins le sujet A estime la tâche comme difficile, le sujet B l'estime à l'inverse facile. En conséquence, le sujet A va investir davantage de ressources et va obtenir de meilleures performances que le sujet B. Malgré tout, si l'on demande à ces sujets une évaluation a posteriori de la difficulté de la tâche, le sujet A doit la trouver plus difficile que le sujet B, s'il est vrai que cette évaluation repose sur la quantité de ressources investie. Cette prédiction concorde avec les observations rapportées par Vidulich (1988), et a en outre été clairement validée par une expérience récente de Briswalter (1992).

Ces considérations ouvrent l'intéressantes perspectives au sujet du partage des ressources dans les situations de double tâche. L'analyse de la perception de la difficulté de

deux tâches concurrentes devrait apporter des informations supplémentaires, au-delà des données de performances, sur la manière dont les sujets gèrent le système de contraintes qui leur est imposé.

Un dernier axe de questionnement pourrait s'exprimer de la façon suivante: quand nous réalisons deux expériences, l'une sur les tâches de pointage et l'autre sur les tâches de recherche visuelle, étudions-nous un seul processus à l'oeuvre dans deux tâches distinctes, ou étudions-nous deux processus différents? Peut-on parler de perception de la difficulté de manière globale, où doit-on spécifier systématiquement la nature des tâches et des processus requis? Nous avons réalisé une expérience afin de répondre à ces questions (Delignières, 1992). Il s'agissait de confronter un même groupe de sujets à plusieurs tâches de natures différentes. Nous avons choisi deux tâches focalisant sur les aspects décisionnels du traitement de l'information (la tâche de recherche visuelle déjà utilisée précédemment, et une tâche de temps de réaction), et deux tâches posant avant tout des problèmes de contrôle du mouvement et de précision (la tâche de Fitts et une tâche de transfert d'anneaux le long d'une barre métallique). Cinq niveaux de difficulté ont été retenus pour chaque type de tâche. Les sujets devaient évaluer la difficulté de chaque tâche, selon la méthode d'estimation des grandeurs.

Les résultats montrent que si l'on n'observe aucune corrélation au niveau des relations difficulté objective-performance, montrant ainsi la spécificité des processus sollicités par chaque type de tâche et des expertises individuelles, par contre l'exposant de la fonction difficulté objective-difficulté perçue ne varie pas, pour un individu donné, entre les quatre tâches.

Ceci nous permet d'avancer une proposition fondamentale: *la perception de la difficulté apparaît comme un processus autonome, indépendant de la nature des tâches auxquelles il s'applique et des processus sollicités*. Cette proposition évidemment requiert d'autres travaux de validation, pour apprécier l'étendue de sa pertinence. Il conviendra notamment de vérifier si elle s'applique à l'ensemble des tâches perceptivo-motrices, y compris les tâches complexes. On peut envisager également d'en tester la validité dans des tâches strictement mentales. Elle renvoie aux conclusions généralement avancées dans le cadre de la perception de l'effort (Gamberale, 1985), même si à notre connaissance aucune comparaison interindividuelle de ce type n'y a été réalisée.

4. Perception des exigences et facteurs individuels.

Nous avons jusqu'à présent volontairement négligé les différences individuelles, afin de centrer notre réflexion sur les invariants de la perception de la difficulté et de l'effort. De nombreuses études différentielles ont néanmoins été menées dans ce domaine, dont nous allons maintenant tenter de rendre compte. Nous envisagerons successivement l'influence de l'expertise, du sexe et des rôles sexués, de certains traits de personnalité et des représentations que les sujets peuvent avoir de la tâche à réaliser.

4.1. Influence de l'expertise.

Nous l'avons précisé précédemment, l'examen des différences interindividuelles est surtout réalisée au moyen des échelles de cotation. Néanmoins nous estimons possible une approche différentielle des échelles de rapport: Borg (1970) développe l'hypothèse selon laquelle l'étendue des grandeurs subjectives (de la sensation minimale à la sensation maximale) est identique pour des sujets différents, même si l'étendue dynamique du stimulus (du stimulus minimal au stimulus maximal) peut varier grandement entre sujets. On peut en tirer le corollaire suivant: les différences entre les exposants des fonctions individuelles seront liées aux différences individuelles dans les étendues dynamiques des stimuli. Plus l'étendue dynamique des stimuli sera importante, plus l'exposant sera faible.

On peut en déduire que les experts, parce qu'ils ont fait l'expérience de larges gammes d'effort et/ou de difficulté, prendront en considération une étendue plus vaste du stimulus, et de ce fait présenteront un exposant plus faible. Borg et Karlsson (1976) mettent en effet en évidence, dans le cadre de la perception de l'effort, une corrélation négative significative entre l'exposant et l'étendue dynamique du stimulus. Teghtsoonian, Teghtsoonian et Karlsson (1981) ne parviennent néanmoins pas à répliquer ce résultat. Nous testé cette hypothèse en comparant une groupe de grimpeurs de haut niveau et un groupe témoin sur la construction d'échelles de rapports à propos des tâches de Fitts (Delignières, 1992): les grimpeurs présentent un exposant moyen significativement plus faible que le groupe témoin (.30 vs .38, figure 9).

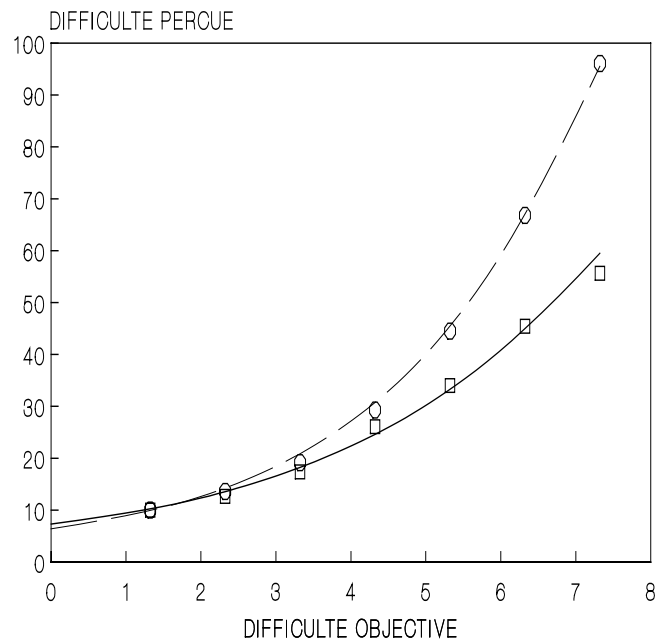


Figure 9.: Relation difficulté objective-difficulté perçue dans les tâches de Fitts. En plein: groupe grimpeurs, en pointillés: groupe témoin.

L'exposant de la fonction difficulté objective-difficulté perçue apparaît comme une caractéristique du sujet, indépendante de la tâche sur laquelle porte l'évaluation. Il constitue une mesure de l'accélération de la fonction, et pourrait constituer une mesure de la sensibilité du sujet à la difficulté. Ceci ne veut pas dire que les sujets à fort exposant vont surestimer la difficulté, et à l'inverse pour les sujets à faible exposant. L'exposant permettrait plutôt de mesurer une sensibilité aux variations de difficulté. C'est-à-dire qu'un accroissement donné de difficulté objective sera perçu comme plus important par les sujets à fort exposant. Si par ailleurs, comme le postule Borg (1970), l'étendue subjective du continuum des sensations est identique pour tous les sujets, on peut supposer que face à une tâche donnée, les sujets sensibles percevront une difficulté plus importante que les sujets peu sensibles.

4.2. Sexe et rôles sexuels.

Une problématique particulièrement développée est l'influence du sexe sur la perception de l'effort. L'hypothèse couramment avancée est que l'effort appartenant aux stéréotypes masculins, les femmes percevront des niveaux d'effort plus importants que les hommes, à niveau d'effort relatif équivalent. Ainsi Dill, Rejeski et Ribisl (1981, cités par Rejeski, 1981) montrent qu'à intensité relative équivalente (80% de VO₂max), l'effort perçu dans une tâche de course sur tapis roulant est significativement plus faible chez les hommes que chez les femmes. De même, confrontant à une tâche d'escalade des sujets masculins et féminins de niveau d'habileté équivalent, nous avons pu montrer que les filles évaluent la tâche comme plus intense que les garçons (Delignières, 1990).

Les résultats obtenus ne sont néanmoins pas toujours consistants. Wrisberg *et al.* (1988), lors d'une épreuve de course sur tapis roulant et avec une population de sportifs, obtiennent des scores d'effort perçu plus important chez les hommes que chez les femmes. Glass, Whaley et Wegner (1991) obtiennent le même résultat lors d'un test standardisé à 75% de la fréquence maximale. Dans une optique un peu latérale, nous avons réalisé une expérience sur l'estimation du niveau d'exigence de tâches bio-énergétiques de marche à pied, chez des sujets âgés de 12 et 16 ans, ainsi que chez des adultes, professeurs d'Education Physique (Delignières et Famose, 1991). A 16 ans, les filles donnent des estimations nettement plus élevées que les garçons. Par contre, aucune différence significative n'est relevée entre garçons et filles à 12 ans. En outre, les estimations des enseignantes sont à l'inverse significativement plus faibles que celles de leurs homologues masculins.

Certains travaux ont pu mettre en évidence le rôle de l'expérience sportive dans l'"objectivité" de la perception de l'effort (Rejeski, 1981; Winborn, Meyer & Mulling, 1988; Wrisberg et Pein, 1990). Sylva, Byrd et Mangun (1990) ne mettent en évidence aucune différence dans les niveaux d'effort perçu d'athlètes de haut-niveau masculins et féminins, réalisant des tâches d'intensités relatives équivalentes. Nous avons également pu montrer, dans une population de sportifs de haut-niveau, que des différences n'apparaissent dans la perception de l'effort ou de la difficulté entre filles et garçons que si objectivement les tâches investiguées favorisaient l'un ou l'autre sexe. A niveau de performance identiques, filles et garçons donnent des scores d'effort perçu équivalents (Delignières, Famose et Courty, 1991). Si dans une population sédentaire, des différences systématiques liées au sexe peuvent être mises à jour dans la perception de l'effort, ces différences disparaissent dans une population de sportifs.

Au-delà du sexe biologique, les travaux concernant l'influence des rôles sexués semblent apporter davantage de consistance. Hochstetler, Rejeski et Best (1985) soumettent un groupe de femmes à une course sur tapis roulant. Les sujets, grâce à un questionnaire de personnalité, sont classés en féminines, androgynes et masculines. Les résultats montrent que les sujets typés féminins donnent des scores d'effort perçu significativement plus élevés que les sujets typés androgynes ou masculins. Ce résultat a été reproduit par Rejeski *et al.* (1987), en utilisant cette fois des hommes. Il est par ailleurs marquant de constater que dans l'expérience précédemment citée de Delignières et Famose (1991), les différences entre filles et garçons au niveau de l'effort perçu n'apparaissent qu'à l'adolescence, c'est-à-dire à la fixation des rôles sexués.

Par ailleurs, expérience sportive et rôles sexués apparaissent comme intimement liés. Divers travaux ont pu montrer que les sportives présentaient davantage de traits masculins que les femmes sédentaires (Williams, 1978; Butt, 1980; Salisbury et Passer, 1982; Die et Holt, 1989). Ceci pourrait notamment supporter les résultats obtenus dans les expériences précédemment citées, sur la perception de l'effort dans des populations de sportifs (Delignières et Famose, 1991; Delignières, Famose et Courty, 1991; Wrisberg *et al.* 1988).

4.3. Les représentations liées à la tâche.

Les représentations des sujets vis-à-vis des tâches à réaliser revêtent certainement une grande importance. Certains auteurs (Kinsman et Weiser, 1970; Pandolf *et al.*, 1975; Rejeski, 1981) montrent l'importance de facteurs psychologiques tels que l'aversion/motivation. Rejeski et Sanford (1984) manipulent les modalités de présentation de la tâche à réaliser: deux groupes expérimentaux visionnent chacun une bande vidéo, celle du premier groupe présentant l'expérience comme peu exigeante, celle du second comme pénible. Les auteurs montrent ainsi que l'estimation de l'effort à fournir, par ses résonances affectives, a une influence significative sur la perception de l'effort réellement fourni: le second groupe présente des niveaux d'effort perçu significativement plus élevés. Dans une logique similaire, Rejeski & Ribisl (1980) montrent que le niveau d'effort perçu est affecté par l'effort que les sujets s'attendent à fournir: les auteurs déclarent à un groupe de sujets qu'il vont courir pendant 30 minutes, et à un second 20 minutes. Les deux groupes réalisent en fait chacun une

course identique de 20 minutes. Le premier groupe reporte néanmoins des évaluations d'effort significativement supérieures.

4.4. Perception de la difficulté, extraversion et anxiété.

Si comme nous en faisons l'hypothèse, l'exposant de la fonction difficulté objective-difficulté perçue constitue une mesure de la sensibilité à la difficulté, on observe à ce niveau de larges différences interindividuelles.

Deux axes interprétatifs peuvent être évoqués pour expliquer ces différences. Le premier s'organiserait autour de la notion d'activation, et est illustré par les travaux de Dornic (1986). Cet auteur s'intéresse notamment aux différences interindividuelles dans la résistance au stress. Son modèle interprétatif s'appuie sur les facteurs de personnalité dégagés par Eysenck (1967): l'extraversion et le névrosisme.

L'intro/extraversion serait liée au niveau d'activité corticale, et le névrosisme à une "capacité d'éveil", c'est-à-dire à l'augmentation du niveau d'activation en cas de stress. Les travaux différentiels utilisent en général deux types de personnalité radicalement opposés: les extravertis stables, et les introvertis névrotiques. D'une manière générale, l'extraverti stable présenterait de faibles niveaux d'activation et une faible capacité d'éveil. L'introverti névrotique à l'inverse présenterait globalement de hauts niveaux d'activation, qui auraient encore tendance à s'élever en situation stressante. De ce fait, les premiers seraient enclins "*à chercher une stimulation extérieure, seraient plus capables de traiter des tâches complexes et difficiles et de soutenir une charge mentale élevée*" (Dornic, 1986). Ainsi Dornic et Ferneaus (1981) montrent que dans des tâches entraînant une forte charge mentale, les introvertis névrotiques présentent des niveaux de performances plus faibles que les extravertis, et que cette différence s'accroît encore si les tâches sont réalisées sous distraction verbale.

Dornic et Birbaumer (1974) postulent par ailleurs une liaison entre niveau d'activation et difficulté perçue. Etudiant la perception de la difficulté d'une tâche sous pression temporelle, les auteurs montrent que si chez les sujets normaux, la difficulté perçue est une fonction linéaire du temps disponible, elle en est chez les sujets névrotiques une fonction positivement accélérée. Dans ce sens la sensibilité à la difficulté pourrait être liée à la capacité d'éveil des sujets, et aux facteurs d'extraversion et de névrosisme.

Cette interprétation néanmoins ne concorde guère avec nos conclusions précédentes. Dornic lie la difficulté perçue à une réaction quasi-somatique de l'organisme aux stimulations de la situation. Il nous semble au contraire qu'elle est le fruit d'une élaboration cognitive, d'une représentation, même intuitive ou infra-consciente, des demandes de la tâche et des ressources qui peuvent y satisfaire. Il nous semble dans ce sens que l'on puisse rapprocher la sensibilité à la difficulté de l'anxiété-trait, telle que définie par Spielberger (1972) ou Martens, Vealey et Burton (1990, voir dans ce volume le chapitre "anxiété et performance"). Rappelons que ce trait est défini comme une prédisposition à percevoir certaines situations comme plus ou moins menaçantes et à y répondre par des états d'anxiété plus ou moins élevés. Les sujets à haut niveau d'anxiété-trait percevront plus souvent les situations comme menaçantes, et/ou répondront à une situation menaçante par des états d'anxiété plus élevés. La perception de la menace serait liée à une dissonance subjective entre la difficulté de la tâche et les possibilités de réponses dont dispose le sujet. Ceci suppose que les sujets à haut niveau d'anxiété-trait seront davantage sensibles à la difficulté.

Nous avons étudié, dans un échantillon de 38 sportifs de haut-niveau, les corrélations entre l'extraversion, le névrosisme, l'anxiété-trait, et l'exposant des fonctions difficulté objective-difficulté perçue, obtenus à partir des tâches de Fitts (Delignières, 1992). Cette recherche ne met en évidence aucune corrélation entre l'exposant et l'extraversion ou le névrosisme. Une corrélation significative apparaît avec le trait d'anxiété, mais ce résultat semble lié à l'un des sujets présentant simultanément un fort niveau d'anxiété et un exposant élevé. La corrélation disparaît si l'on élimine ce sujet.

Il est donc difficile de conclure dans l'état. D'autres recherches devront approfondir l'étude des relations entre traits de personnalité et perception de la difficulté.

5. Perception des exigences et facteurs contextuels.

Dornic, Sarnecki, Larsson et Svensson (1974) étudient l'évolution de la performance et de la difficulté perçue dans quatre tâches mentales, et sous trois conditions expérimentales: dans la première, les tâches sont réalisées dans une ambiance calme. Dans la seconde, le sujet est soumis à un bruit non signifiant et intense (70-90db). Dans la troisième, le sujet est soumis à un bruit signifiant (une conversation enregistrée sur bande magnétique). Les résultats montrent que si les sujets sont capables de maintenir un niveau de performance équivalent dans les trois conditions, la difficulté perçue augmente en condition de bruit, et ce d'autant plus que le bruit est signifiant. Selon les auteurs, cet effet est dû au fait que davantage d'effort est nécessaire pour atteindre un même niveau de performance en condition stressante. Les facteurs de bruit, en perturbant le traitement de l'information, demanderaient donc une allocation supplémentaire de ressources, pour maintenir le niveau de performance. Brisswalter (1992) obtient un résultat concordant en étudiant l'influence d'une tâche de pédalage sur une tâche simultanée de temps de réaction. On peut analyser ce protocole en considérant que la première fait partie du contexte de la seconde: la difficulté perçue, dans la tâche de temps de réaction, augmente avec l'intensité de la tâche de pédalage.

On obtient en ce qui concerne l'effort des résultats inverses. On s'est intéressé notamment à l'influence de la réalisation, au cours d'un effort, d'une tâche cognitive, telle que du calcul mental ou une tâche de décompte. Divers travaux expérimentaux ont pu montrer que cette procédure permettait d'améliorer les performances lors d'efforts de longue durée (Morgan *et al.*, 1983; Weinberg *et al.*, 1984; Rejeski & Kenney, 1987), et entraînait une diminution du niveau d'effort perçu. Pennebaker & Lightner (1980), mettant en évidence que des coureurs, à effort perçu équivalent, étaient plus rapides en situation de compétition qu'en laboratoire sur tapis roulant, avaient mis en avant l'hypothèse d'une concurrence, entre les signaux externes (le contexte) et les signaux internes (ventilation, fatigue,..). La focalisation de l'attention sur les signaux externes restreindrait le traitement des sensations internes. Les mêmes auteurs, dans une seconde expérience, comparent les niveaux d'effort perçus obtenus avec un groupe de sujets qui écoutent de la musique durant l'exercice, via un walkman, et un second groupe de sujets qui dans les mêmes conditions écoutent une amplification de leurs battements cardiaques. L'effort perçu est significativement moins élevé dans le premier groupe. Boutcher & Trenske (1990) montrent que la musique entraîne une baisse de l'effort perçu, alors que la déprivation sensorielle (par le port de lunettes opaques et de bouches-oreilles) entraîne une augmentation (on considère que limiter les informations externes va conduire à une concentration sur les signaux internes). Stones (1980) montre également que des sujets auxquels on impose une restriction visuelle par le port de lunettes spéciales donnent des scores d'effort perçu significativement plus faibles.

D'une manière générale, ces résultats sont donc expliqués par l'hypothèse d'une concurrence, au sein d'un canal à capacité limitée, entre les signaux internes liés à la fatigue, et les informations liées à la tâche cognitive ajoutée (Rejeski, 1985). Cette dernière parviendrait en quelque sorte à distraire l'athlète de sa propre fatigue (Rejeski et Kenney, 1987). Ces stratégies de dissociation, par focalisation de l'attention sur des stimuli externes ou ajoutés, semblent d'ailleurs utilisées de manière systématique par les athlètes. Les sujets sédentaires à l'inverse tendent à porter leur attention sur les signaux internes liés à l'exercice et la fatigue (Wrisberg et Pein, 1990).

Enfin la présence de spectateurs ou de co-acteurs peut également moduler le niveau d'effort perçu. Boutcher, Fleischer-Curtian et Gines (1988) montrent ainsi qu'en présence d'un expérimentateur féminin, les hommes présentent des RPE moins élevés que face à un expérimentateur masculin. Le sexe de l'expérimentateur n'a en revanche aucune influence significative pour les sujets féminins. Hardy, Hall et Presholdt (1986) montrent que l'évaluation de l'effort, chez des sujets non entraînés et à des intensités d'effort modérées, est influencée par la présence de co-acteurs (les sujets donnent des RPE significativement plus

faibles). Sylva, Byrd et Mangun (1990) par contre ne mettent en évidence aucune influence de la présence de co-acteurs sur le RPE chez des athlètes de haut-niveau, et ce quel que soit le sexe des sujets ou des co-acteurs. On retrouve ici la tendance à l'"objectivité" des sportifs, déjà évoquée plus haut.

CONCLUSION.

Même si elle ne constitue pas une problématique majeure dans la littérature psychologique, la perception de l'effort et de la difficulté a néanmoins fait l'objet d'un nombre conséquent de travaux. Ce thème offre une illustration des interrelations complexes entre tâche, contexte et variables individuelles. Les perspectives de recherche demeurent nombreuses, et à visées tant fondamentales qu'appliquées. On peut notamment se demander s'il n'est pas possible d'optimiser la performance et l'apprentissage, en modulant de manière systématique la perception des exigences. Les stratégies de dissociation offrent un exemple de démarche envisageable. Une étude systématique des influences croisées des facteurs contextuels et des variables individuelles s'avère nécessaire pour étayer des propositions allant dans ce sens.

BIBLIOGRAPHIE

Atkinson, J.W. (1957). Motivational determinants of risk-taking behavior. *Psychological Review*, 64, 6, 359-372.

Billings, J. (1980). An Overview of Task Complexity. *Motor Skills: Theory into Practice*, 4, 1, 18-23.

Borg, G.A.V. (1962). *Physical performance and perceived exertion*. Lund: Gleerup.

Borg, G.A.V. (1970). Perceived exertion as an indicator of somatic stress. *Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine*, 2, 2/3, 92-98.

Borg, G.A.V. (1973). Perceived exertion during walking: a psychophysical function with two additional constants. *Reports from the Institute of Applied Psychology, the University of Stockholm*, 39.

Borg, G.A.V. (1986). Some studies of perceived exertion in sports. In G.A.V. Borg et D. Ottoson (Eds.), *The perception of exertion in physical work* (pp. 293-302). Stockholm: MacMillan.

Borg, G.A.V., Bratfisch, O., & Dornic, S. (1971a). On the problems of perceived difficulty. *Scandinavian Journal of Psychology*, 12, 249-260.

Borg, G.A.V., Bratfisch, O., & Dornic, S. (1971b). *Perceived difficulty of an immediate memory task*. Reports from the Institute of Applied Psychology, University of Stockholm, n°15.

Borg, G.A.V., Bratfisch, O., & Dornic, S. (1971c). *Perceived difficulty of a visual search task*. Reports from the Institute of Applied Psychology, University of Stockholm, n°16.

Borg, G.A.V., & Dahlström, H. (1960). The perception of muscular work. *Umea Vetenskapliga Biblioteks Skrifserie*, 5, 1-26.

Borg, G.A.V. & Forsling, S. (1964). *A psychophysical study on perceived difficulty*. Reports from the Department of Education and the Department of Clinical Psychology, Umea University, n°1.

- Borg, G.A.V. & Karlsson, J.G.** (1976). *The psychological constants for subjective force in bicycle ergometry and their dependence on dynamic range*. Reports from the Institute of Applied Psychology, University of Stockholm, n°70.
- Borg, G.A.V. & Noble, B.J.** (1974). Perceived exertion. *Exercise and Sport Science Review*, 2, 131-153.
- Borg, G.A.V., Van den Burg, M., Hassmen, P., Kaijser, L. & Tanaka, S.** (1987). Relationships between perceived exertion, HR and HLa in cycling, running and walking. *Scandinavian Journal of Sport Science*, 9, 3, 69-77.
- Boutcher, S.H., Fleischer-Curtian, L.A. & Gines, S.D.** (1988). The effects of self-presentation on perceived exertion. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 10, 270-280.
- Boutcher, S.H. & Trenske, M.** (1990). The effects of Sensory Deprivation and Music on Perceived Exertion and Affect During Exercise. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 12, 167-176.
- Bratfisch, O., Dornic, S., & Borg, G.** (1970). *Perceived difficulty of a motor-skill task as a function of training*. Reports from the Institute of Applied Psychology, University of Stockholm, n°11.
- Brisswalter, J.** (1992). *Interférences entre les processus physiologiques et cognitifs*. Mémoire pour le diplôme de l'INSEP.
- Brun, J.F., Elbouhadi, A. & Orsetti, A.** (1990). *Evaluation psychométrique de l'intensité de l'exercice chez des sédentaires et des footballeurs professionnels*. Communication présentée au 7ème Congrès International de Psychologie du Sport, Montpellier, 3-4-5 Octobre 1990.
- Burton, D.** (1989). Winning isn't everything: Examining the impact of performance goals on collegiate swimmers' cognitions and performance. *The Sport Psychologist*, 3, 105-132.
- Butt, D.S.** (1980). Perspectives from women on sport and leisure. In C. Stank-Adamec (Ed.), *Sex-roles: Origins, influences, and implications* (pp. 70-88). Montreal: Eden Press.
- Cafarelli, E., Cain, W.S. & Stevens, J.C.** (1977). Effort of Dynamic Exercise: Influence of Load, Duration, and Task. *Ergonomics*, 20, 2, 147-158.
- Ceci, R., & Hassmén, P.** (1991). Self-monitored exercise at three different RPE intensities in treadmill vs field running. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 23 (6), 732-738.
- Chow, R.J., & Wilmore, J.H.** (1984). The regulation of exercise intensity by ratings of perceived exertion. *Journal of Cardiac Rehabilitation*, 4, 382-387.
- Delignières, D.** (1990). *La difficulté en escalade. Exigences objectives et perception des exigences dans les tâches motrices*. Mémoire pour le diplôme de l'INSEP.
- Delignières, D.** (1991). Risque perçu et apprentissage moteur. In J.P. Famose, P. Fleurance & Y. Touchard (Eds.), *Apprentissage moteur et représentations* (pp. 157-171). Paris: EPS.
- Delignières, D.** (1992). *Approche psychophysique de la perception de la difficulté dans les tâches perceptivo-motrices*. Thèse de Doctorat de 3ème cycle, Université Paris V.
- Delignières, D. & Famose, J.P.** (1991). Estimation des exigences bio-énergétiques des tâches motrices. Influence de l'âge et du sexe. *STAPS*, 12, 24, 63-72.

- Delignières, D., Famose, J.P. & Courty, J.T.** (1991). *Contribution à l'étude des différences liées au sexe dans la perception de la difficulté des tâches motrices*. Communication présentée aux Journées de L'ACAPPS, Lille, Novembre 1991.
- Delignières, D., Legros, P., & Famose, J.P.** (1991). Perception de l'effort et difficulté de la tâche. *Science et Motricité*, 13, 14-18.
- Delignières, D. , Famose, J.P., Thépaut-Mathieu, C. & Fleurance, P.** (1991). La perception des exigences dans les tâches de grimper. In J. Bilard & M. Durand (Eds), *Sport et Psychologie* (pp. 171-179). Paris: EPS/SFPS.
- Die, A.H. & Holt, V.R.** (1989). Perceptions of the "typical" female, male, female athlete and male athlete. *International Journal of Sport Psychology*, 20, 135-146.
- Dornic, S.M.** (1986). Traitement de l'information, stress et différences interindividuelles. *Le Travail Humain*, 49, 1, 61-73.
- Dornic, S., & Birbaumer, N.** (1974). *Information overload and perceived difficulty in "neurotics"*. Reports from the Institute of Applied Psychology, University of Stockholm, n°49.
- Dornic, S., & Fernaeus, S.E.** (1981). *Individual differences in high-load tasks: The effect of verbal distraction*. Report of the Department of Psychology, University of Stockholm, n°569.
- Dornic, S., Sarnecki, M.M., Larsson, T.J. & Svensson, J.C.** (1974). *Performance and perceived difficulty: the effect of noise and distraction*. Reports from the Institute of Applied Psychology, University of Stockholm, n°51.
- Durand, M.** (1983). Les exigences bio-énergétiques des tâches motrices. In J.P. Famose, J. Bertsch, E. Champion & M. Durand, *Tâches motrices et stratégies pédagogiques en éducation physique et sportive* (23-31). Paris: Revue EPS.
- Durand, M. & Barna, R.** (1987). *Exigences de la tâche et performances motrices: étude développementale*. In A. Vom Hofe et R. Simonnet, *Recherches en Psychologie du Sport* (pp. 150-161). Paris: EAP.
- Durand, M., Famose, J.P. & Bertsch, J.** (1986). Motor skill acquisition and complexity of the task. *Trends and Development in Physical Education, Proceedings of the Conference 86*. Londres: Spon.
- Eklblom, B. & Goldberg, A.N.** (1971). The influence of physical training and others factors on the subjective rating of perceived exertion. *Acta Psychologica Scandinavica*, 83, 399-406.
- Eysenck, M.W.** (1967). *The biological Basis of Personality*. Springfield: Thomas.
- Famose, J.P.** (1983). Stratégies pédagogiques, tâches motrices et traitement de l'information. In J.P. Famose, J. Bertsch, E. Champion & M. Durand, *Tâches motrices et stratégies pédagogiques en éducation physique et sportive* (9-21). Paris: Revue EPS.
- Famose, J.P.** (1990). *Apprentissage moteur et difficulté de la tâche*. Paris: INSEP.
- Famose, J.P., Delignières, D. & Genty, J.** (1991). *Perception de la difficulté dans une tâche d'anticipation-coïncidence*. Communication présentée aux Journées de L'ACAPPS, Lille, Novembre 1991.
- Famose, J.P., Durand, M. & Bertsch, J.** (1985). *Caractéristiques spatiotemporelles des tâches et performances motrices*. Actes du Congrès International "Corps-Espace-Temps", Marly-le-Roi (pp.156-163).

- Famose, J.P., Konikowski, C.** (1987). *Exigence de précision d'une tâche motrice et apprentissage moteur*. In A. Vom Hofe et R. Simonnet, *Recherches en Psychologie du Sport* (pp. 162-165). Paris: EAP.
- Feltz, W.M., Crouse, S. & Brunetz, M.** (1988). Influence of aerobic fitness on ratings of perceived exertion during light to moderate exercise. *Perceptual and Motor Skills*, 67, 2, 671-676.
- Fitts, P.M.** (1954). The information capacity of the human motor system in controlling the amplitude of movement. *Journal of Experimental Psychology*, 47, 6, 381-391.
- Fitts, P.M. & Peterson, J.R.** (1964). Information capacity of discrete motor responses. *Journal of Experimental Psychology*, 67, 2, 103-111.
- Gamberale, F.** (1972). Perceived exertion, Heart Rate, Oxygen Uptake and Blood Lactate in Different Work Operations. *Ergonomics*, 15, 5, 545-554.
- Glass, S.C., Whaley, M.H. & Wegner, M.S.** (1991). Ratings of perceived exertion among standard treadmill protocols and steady state running. *International Journal of Sport Medicine*, 12, 1, 77-82.
- Hardy, C.J., Hall, E.G. & Prestholdt, P.H.** (1986). The mediational role of social influence in the perception of exertion. *Journal of Sport Psychology*, 8, 88-104.
- Hetzler, R.K., Seip, R.L., Boutcher, S.H., Pierce, E., Snead, D. & Weltman, A.** (1991). Effect of exercise modality on ratings of perceived exertion at various lactate concentrations. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 23, 1, 88-92.
- Hick, W.E.** (1952). On the rate of gain of information. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 4, 11-26.
- Hochstetler, S.A., Rejeski, W.J. & Best, D.** (1985). The influence of sex-role orientation on ratings of perceived exertion. *Sex-roles*, 12, 825-835.
- Hyman, R.** (1953). Stimulus information as a determinant of reaction time. *Journal of Experimental Psychology*, 45, 188-196.
- Jex, H.R.** (1988). Measuring mental workload: Problems, progress, and promises. In P.A. Hancock & N. Meshkati (Eds.), *Human Mental Workload* (pp.219-229). North-Holland: Elsevier Science Publishers.
- Kantowitz, B.H. & Knight, J.L.** (1978). When is an easy task difficult and vice-versa? A reply to Lane. *Acta Psychologica*, 42, 163-170.
- Kinsman, R.A. & Weiser, P.C.** (1976). Subjective symptomology during work and fatigue. In Simonson, E. et Weiser, P.C. (Eds), *Psychological aspects and physiological correlates of work and fatigue* (pp.336-405). Springfield: C.C. Thomas.
- Kukla, A.** (1972). Foundations of an attributional theory of performance. *Psychological Review*, 79, 6, 454-470.
- Landers, D.M., & Boutcher, S.M.** (1986). Arousal, Performance. In J.M. Williams (Ed), *Applied sport psychology, personal growth to peak performance*. Palo alto: Mayfield Publishing Company.
- Leplat, J.** (1977). Les facteurs déterminant la charge de travail. *Le Travail Humain*, 40, 2, 195-202.

- Leplat, J.** (1980). *La psychologie ergonomique*. Paris: PUF, Coll. "Que sais-je?" n°1883.
- Leplat, J.** (1987). Les habiletés et leur analyse. Terrain et laboratoire. In M. Laurent et P. Therme (Eds.), *Recherches en Activités Physiques et Sportives*, 2 (pp.325-341). Marseille: Centre de recherche de l'UEREPS, Aix-Marseille I.
- Leplat, J. & Hoc, J-M.** (1983) Tâches et activité dans l'analyse psychologique des situations. *Cahiers de Psychologie Cognitive*, 3, 1., 50-63.
- Ljunggren, G. & Hassmén, P.** (1991). Perceived exertion and physiological economy of competition walking, ordinary walking and running. *Journal of Sports Sciences*, 9, 273-283.
- Martens, R. , Vealey, R.S. & Burton, D.** (1990). *Competitive Anxiety in Sport*. Champaign, Ill.: Human Kinetics Books.
- Moray, N.** (1982). Subjective Mental Workload. *Human Factors*, 24, 1, 25-40.
- Morgan, W.P., Horstman, D.J., Cymerman, A., & Stokes, J.** (1983). Facilitation of physical performance by means of a cognitive strategy. *Cognitive Therapy and Research*, 7, 251-264.
- Navon, D. & Gopher, D.** (1979). On the economy of the human processing system. *Psychological Review*, 86, 214-255.
- Navon, D. & Gopher, D.** (1981). Task difficulty, resources and dual task performance. In R.S. Nickerson (Ed.), *Attention and performance*, 8 (297-315). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Norman, D.A. & Bobrow, D.J.** (1975). On data-limited and resource-limited processes. *Cognitive Psychology*, 7, 44-64.
- Pandolf, K.B., Burse, R.L. & Goldman, R.F.** (1975). Differentiated rating of perceived exertion during physical conditioning of older individuals using leg-load weighting. *Perceptual and Motor Skills*, 40, 563-574.
- Pennebaker, J.A. & Lightner, J.M.** (1980). Competition of internal and external information in an exercise setting. *Journal of Personality and Social Psychology*, 39, 165-174.
- Reid, G.B. & Nygren, T.E.** (1988). The subjective workload assessment technique: a scaling procedure for measuring mental workload. In P.A. Hancock & N. Meshkati (Eds.), *Human Mental Workload* (pp.185-218). North-Holland: Elsevier Science Publishers.
- Rejeski, W.J.** (1981). The perception of exertion: a social psychophysiological integration. *Journal of Sport Psychology*, 4, 305-320.
- Rejeski, W.J.** (1985). Perceived exertion: an active or passive process? *Journal of Sport Psychology*, 7, 4, 371-378.
- Rejeski, W.J., Best, D.L., Griffith, P. & Kenney, E.** (1987). Sex-Role Orientation and the Response to Exercise Stress. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 58, 3, 260-264.
- Rejeski, W.J. & Brawley, L.R.** (1983). Attribution theory in sport: Current status and new perspectives. *Journal of Sport Psychology*, 5, 77-99.
- Rejeski, W.J. & Kenney, B.** (1987). Distracting Attentional Focus From Fatigue: Does Task Complexity Make a Difference? *Journal of Sport Psychology*, 9, 1, 66-73.

- Rejeski, W.J. & Ribisl, P.M.** (1980). Expected task duration and perceived exertion: an attributional analysis. *Journal of Sport Psychology*, 2, 227-236.
- Rejeski, W.J. & Sanford, B.** (1984). Feminine-Typed Females: The Role of Affective Schema in the Perception of Exercise Intensity. *Journal of Sport Psychology*, 6, 2, 197-207.
- Robertson, J.R.** (1982). Central signals of perceived exertion during dynamic exercise. *Medecine and Science in Sport and Exercise*, 14, 390-396.
- Salisbury, J. & Passer, M.W.** (1982). Gender-role attitudes and participation in competitive activities of varying stereotypic femininity. *Personality and Social Psychology*, 6, 197-207.
- Seip, R.L., Snaed, D., Pierce, E.F., Stein, P. & Weltman, A.** (1991). Perceptual responses and blood lactate concentration: effect of training state. *Medecine and Science in Sports and Exercise*, 23, 1, 80-87.
- Spielberger, C.D.** (1972). Conceptual and methodological issues in anxiety research. In C.D. Spielberger (Ed.), *Anxiety: Current trends in theory and research* (vol. 2, pp. 481-493). New York: Academic Press.
- Stevens, J.C. & Cain, W.S.** (1970). Effort in isometric muscular contractions related to force level and duration. *Perception and Psychophysics*, 8, 240-244.
- Stevens, J.C. & Mack, J.D.** (1959). Scales of apparent force. *Journal of experimental Psychology*, 58, 405-413.
- Stevens, S.S.** (1969). Le quantitatif et la perception. *Bulletin de Psychologie*, 22, 276, 696-704.
- Stones, M.J.** (1980). Running under conditions of visual input attenuation. *International Journal of Sport Psychology*, 11, 172-179.
- Sylva, M., Byrd, R. & Mangun, M.** (1990). Effects of social influence and sex on ratings of perceived exertion in exercising elite athletes. *Perceptual and Motor Skills*, 70, 591-594.
- Teghtsoonian, R., Teghtsoonian, M. & Karlsson, J.-G.** (1981). The limits of perceived magnitude: comparison among individuals and among perceptual continua. *Acta Psychologica*, 49, 83-94.
- Vidulich, M.A.** (1988). The cognitive psychology of subjective mental workload. In P.A. Hancock & N. Meshkati (Eds.), *Human Mental Workload* (pp.219-229). North-Holland: Elsevier Science Publishers.
- Viens, T.** (1992). *Incidence de la localisation des prises sur la difficulté en escalade*. Mémoire pour le diplôme de l'INSEP.
- Weinberg, R.S., Smith, J., Jackson, A. & Gould, D.** (1984). Effect of association, dissociation, and positive self-talk strategies on endurance performance. *Canadian Journal of Applied Sport Science*, 9, 25-32.
- Weiner, B.** (1980). *Human Motivation*. New York: Rinehart & Winston.
- Welford, A.T.** (1977). La charge mentale de travail comme fonction des exigences, de la capacité, de la stratégie et de l'habileté. *Le Travail Humain*, 40, 2, 283-304.
- Williams, J.M.** (1978). Personality characteristics of the successful female athlete. In W.F. Straub (Ed.), *Sport psychology: an analysis of athlete behavior*. Ithaca, New-York: Movement Publishers.

Winborn, M.D., Meyers, A.W. & Mulling, C. (1988). The Effects of Gender and Experience on Perceived Exertion. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, *10*, 22-31.

Wrisberg, C.A., Franks, B.D., Birdwell, M.W. & High, D.M. (1988). Physiological and psychological responses to exercise with an induced attentional focus. *Perceptual and Motor Skills*, *66*, 603-616.

Wrisberg, C.A. & Pein, R.L. (1990). Past running experience as a mediator of the attentional focus of male and female recreational runners. *Perceptual and Motor Skills*, *70*, 427-432.