

Sujet : Comment l'EPS peut-elle participer au développement des ressources bioénergétiques des élèves ?

Une enquête réalisée par la Direction de la recherche, des Etudes, de l'Évaluation, et des Statistiques (DREES) en 2000-2001 auprès d'un échantillon représentatif des adolescents scolarisés en classe de troisième montre que la prévalence du surpoids s'élève à 15.7% et celle de l'obésité à 3.3% (*Surpoids et obésité chez les adolescents scolarisés en classe de troisième*, Etudes et résultats n°283, DREES, 2004). Dans nos sociétés industrialisées contemporaines, le surpoids est sans doute l'une des préoccupations majeures affectant la santé des enfants et des adolescents. Dans ces conditions, l'éducation physique et sportive est souvent évoquée car elle incarne la seule discipline scolaire permettant aux élèves de produire des mouvements corporels sur la base d'une dépense énergétique pouvant être conséquente. Reste à étudier comment l'EPS peut participer au développement des ressources énergétiques des élèves.

Pour M.Boda et M.Récopé, les ressources « *constituent le répertoire caractérisant les pouvoirs d'un sujet. Il s'agit de classes de moyens très hétérogènes susceptibles d'interagir pour supporter le système des échanges entre le sujet et son environnement* » (Instrument d'analyse et de traitement de l'APS à des fins d'enseignement, in Revue EPS n°231, 1991). Terme particulièrement générique, les ressources incarnent donc l'ensemble des moyens (connaissances, compétences, aptitudes, capacités...) permettant à l'individu d'agir et de réagir dans l'environnement physique et humain à un moment de son histoire. En d'autres termes, les ressources sont « *un ensemble de moyens dont dispose un sujet pour réaliser une activité* » (B.During, Ressources et conduites motrices, in Energie et conduites motrices, INSEP, Paris, 1989), et selon la nature de cette activité, différents types de ressources peuvent être distingués. Pour J.-P.Famose, elles seraient biomécaniques, bio-informationnelles ou bioénergétiques (Stratégies pédagogiques, tâches motrices et traitement de l'information, in Dossier EPS n°1, Paris, 1983), alors que B.During distingue des ressources énergétiques, biomécaniques, bio-informationnelles, sémiotrices, et affectives/ relationnelles (*Ibid.*).

En mécanique, la définition stricte de l'énergie est la capacité d'accomplir un travail. En physiologie dans le domaine des mouvements corporels, l'énergie est incarnée par la seule molécule susceptible d'être utilisée par les protéines musculaires pour produire de l'énergie mécanique : l'adénosine triphosphate (ATP). Comme les stocks intramusculaires d'ATP sont très limités (de l'ordre de 5 mmol par kilogramme de muscle frais), l'organisme dispose de trois filières énergétiques pour resynthétiser cette molécule sans laquelle aucun mouvement n'est possible : la filière anaérobie alactique, la filière anaérobie lactique, et la filière aérobie. Ces filières se distinguent par les substrats utilisés, mais aussi par leur capacité, leur puissance, leur rapidité d'intervention, et leur vitesse et modalités de récupération. Les ressources bioénergétiques renvoient donc à l'efficacité métabolique de ces trois filières, c'est à dire à leur capacité de produire plus, et plus vite, de l'ATP pour générer plus, et plus vite, des mouvements corporels.

Le développement peut se définir comme l'évolution structurale et fonctionnelle d'un système sous l'influence croisée des déterminants génétiques et des stimulations extérieures. Dans ces conditions, participer au développement des ressources bioénergétiques des élèves, c'est agir favorablement sur les trois métabolismes de production d'énergie que nous avons décrits, en optimisant leurs capacités structurales et fonctionnelles à produire de l'ATP au service d'une activité corporelle.

Le développement des ressources bioénergétiques est-il un processus linéaire, régulier, continu ou existe-t-il des ruptures, des irrégularités d'évolution ? Ce développement s'effectue-t-il à la même vitesse pour toutes les ressources bioénergétiques, ou remarque-t-on des vitesses différenciées d'un métabolisme à l'autre ?

Quelles sont les conditions au développement des ressources bioénergétiques des élèves ? Ces conditions sont-elles identiques pour les trois filières de production d'énergie ?

Dans quelle mesure l'enseignant peut-il prendre en compte les données scientifiques pour choisir et mettre en œuvre des contraintes environnementales adaptées ? A quelles caractéristiques doivent obéir ces contraintes ? Faut-il éviter certaines sollicitations ? Des périodes sont-elles plus favorables que d'autres ?

Comment prendre en compte les publics à profil particulier ?

En partant du principe général que « *le développement ne s'envisage que par l'interaction de l'homme avec le milieu* » (G.Azémar, *Ontogenèse du comportement moteur*, in *Neurobiologie des comportements moteurs*, INSEP, 1982), nous montrerons qu'il ne suffit pas d'agir pour développer des ressources, mais il faut agir dans certaines conditions d'exercice. Dans cette perspective, les données scientifiques portant sur la connaissance de l'enfant et de l'adolescent, et celles portant sur les mécanismes développementaux aident l'enseignant à contrôler la nature, l'intensité, et le moment des contraintes à mettre en œuvre dans l'environnement physique et humain, afin de participer au développement des ressources bioénergétiques des élèves.

Autrement dit, nous expliquerons que le développement des ressources bioénergétiques des élèves est possible, mais à condition de s'appuyer sur des données scientifiques pour échapper à toute vision naïve, magique, ou automatique du développement. Ces données permettront à l'enseignant de contrôler la nature, la pertinence, et l'organisation temporelle des interactions entre les apprenants et les activités enseignées.

Nous présenterons donc les interventions de l'enseignant, inspirées par les données scientifiques, qui permettent aux élèves de développer leurs ressources bioénergétiques en éducation physique et sportive. Nous insisterons tout d'abord sur la nécessaire sollicitation des ressources à un niveau suffisant pour provoquer des adaptations. Puis nous évoquerons les périodes sensibles du développement à exploiter ainsi que les périodes réfractaires à prendre en compte. Enfin, nous soulignerons l'importance d'inscrire les sollicitations et les contraintes sur la durée et dans la continuité.

I. Participer au développement des ressources bioénergétiques en sollicitant ces ressources à un niveau suffisant pour provoquer des adaptations

- Principe de surcharge ou d'efficacité : pas de développement possible des ressources si l'organisme n'a pas été sollicité et surtout perturbé. Il s'agit donc de régler avec acuité l'intensité des charges de travail à des fins d'auto-adaptation et de transformation : vitesse de course (en pourcentage de la vitesse maximale aérobie), durée de l'effort, nombre de répétitions, éventuellement nombre de séries, ainsi que durée, intensité et nature de la récupération (M.Pradet, *La préparation physique*, INSEP, Paris, 1996). Pour développer la puissance d'un processus énergétique, l'enseignant envisagera des efforts dont l'intensité atteint ou dépasse l'intensité maximale du processus, mais pendant des durées inférieures à la durée maximale que ce processus est capable de soutenir. Pour développer la capacité d'un processus énergétique, il fera produire des efforts dont l'intensité est inférieure à l'intensité maximale du processus, mais pendant des durées supérieures.

Le développement de la consommation maximale d'oxygène par exemple suppose des intensités de travail optimalement supérieures à 90% de la VMA (G.Baquet, S.Berthoin, S.Ratel, *Exercices et performances aérobies chez l'enfant*, in *L'endurance*, sous la direction de G.Millet, Ed. Revue EPS, Paris, 2006).

- Il ne suffit pas que la charge de travail soit efficace, encore faut-il qu'elle soit croissante. Les sollicitations liées aux exercices et aux efforts physiques ne doivent pas rester au même niveau d'une séance à l'autre, mais il s'agit de les faire évoluer progressivement et raisonnablement pour continuer à perturber l'organisme malgré ses adaptations. En d'autres termes, la durée totale de travail et/ou les vitesses de course s'inscriront dans une progressivité temporelle en vue de maintenir l'enchaînement vertueux sollicitation / perturbation / adaptation de l'organisme.
- Ne pas oublier que tous les élèves ne disposent pas du même niveau de ressources bioénergétiques. A la puberté notamment s'expriment avec plus d'acuité les phénomènes de dimorphisme sexuel et d'hétérogénéité des vitesses de croissance et d'apparition des pics de croissance (J.Weineck, *Biologie du sport*, Vigot, Paris, 1992). C'est pourquoi des évaluations diagnostiques et formatives utilisant des tests physiques permettront

d'adapter le travail proposé aux possibilités actuelles des enfants et des adolescents en vue de ne pas les éloigner de leur zone optimale de sollicitation.

Concernant la consommation maximale d'oxygène par exemple, l'enseignant amènera les élèves à « *estimer et expérimenter la vitesse maximale aérobie à partir de tests de terrain* » (Programme du cycle central, 1997). Ces tests VMA (Léger-Boucher (1980), Léger-Lambert (1982), Brue (1985), TUB II de Cazorla (1990), 30/30 de Gacon-Assadi (1990) permettront d'individualiser les vitesses de course et donc les intensités de travail aux uns et aux autres. Notons par ailleurs que des modalités spécifiques seront aussi envisagées pour les élèves à profils particuliers, notamment pour les enfants obèses et les asthmatiques.

- Bien sûr, le principe de surcharge peut interagir négativement avec l'investissement motivationnel des enfants et des adolescents car l'effort physique génère parfois un sentiment de pénibilité lié à la pratique. C'est pourquoi l'enseignant veillera à concevoir des modalités d'enseignement variées et originales. Gouju (1993) par exemple envisage un mode d'entrée dans l'activité course d'endurance autour des quatre sources de dissonance de Berlyne (1970) : la nouveauté, la surprise, la complexité et le conflit. Delaveau & Mirabel (*Course de durée, une alternative aux 20 minutes*, in Revue EPS n°316, 2005) proposent une alternance de formes de travail en continu (par ex. 20 min. à 80-85 % de VMA), et de formes de travail par intervalles ou intermittent (par ex. « long-long » type trois minutes à 90-100% de VMA, ou « court-court » type trente secondes à 95-110% de VMA). Le cycle de onze séances présente des thèmes variés : tests de VMA et de temps de soutien à VMA, connaissance et maîtrise des allures (régularité), sollicitation du temps de soutien à VMA, performance collective sur une distance donnée, relais classiques...

D'une façon générale, en vue de favoriser la participation volontaire de tous, l'enseignant s'attachera à dédramatiser l'effort (en l'adaptant aux ressources de chacun, même les élèves déjà en surpoids), à masquer l'effort (en l'associant à des tâches surajoutées), à faire apparaître les conséquences de l'effort (en termes de progrès grâce à des critères contrôlables par l'élève lui-même), et à faire apprivoiser l'effort (par un travail autour de la gestion de l'effort).

II. Participer au développement des ressources bioénergétiques en exploitant les périodes sensibles du développement et en prenant en compte les périodes réfractaires

- Etablir une planification des APSA (à l'échelle de l'année et du cursus) et envisager un traitement didactique de ces activités s'appuyant sur les périodes sensibles du développement. La notion de période sensible suppose qu'à certaine période du développement de l'enfant et de l'adolescent, il existe des fenêtres temporelles au cours desquelles l'organisme est particulièrement réceptif à certaines sollicitations du milieu. Les principales capacités motrices impliquées dans la condition physique atteignent leur plus grande poussée de développement au début de la puberté. Il faut donc en profiter pour accentuer leur développement au collège tout en tenant compte des spécificités liées à l'âge. Un choix d'APSA orienté vers des activités à forte contraintes bioénergétiques, ainsi qu'un traitement didactique permettant de « mettre en relief » ces contraintes permettront d'exploiter les fenêtres temporelles au cours desquelles l'organisme dispose de capacités d'adaptation optimales.

Ainsi selon J.Weineck (1992), il existerait une période sensible du développement de la consommation maximale d'oxygène durant la première phase de la puberté (11/12 ans filles pour les filles et 12/13 ans pour les garçons) : « *le développement de l'endurance est optimale durant la première phase de la puberté* » et « *c'est à cet âge que seront construites les bases de la capacité de performance ultérieure* ». Ce que confirment G.Gacon et H.Assadi pour lesquels « *l'âge d'or du développement de VO₂max se situe entre 10 et 15 ans* » (Vitesse maximale aérobie, évaluation et développement, in Revue EPS n°222, 1990).

- Prendre également en compte les périodes réfractaires qui affectent certains processus, notamment la sollicitation dominante de la filière anaérobie lactique chez les enfants. « *Durant le premier et le second stade scolaire, l'entraînement de la vitesse doit s'orienter vers la vitesse de réaction, la capacité d'accélération tout comme vers la vitesse de coordination, mais pas vers l'endurance-vitesse, car les efforts de ce type ne sont pas adaptés à la faible capacité anaérobie lactique et peuvent provoquer des réactions « antiphysiologiques » dans l'organisme (Hollmann et Hettinger, 1980) » (J.Weineck, 1992). Donc « les exercices d'une durée comprise entre 15 secondes et 1-2 minutes peuvent être, chez l'enfant prépubère, susceptibles d'activer des voies métaboliques encore immatures » (N.Boisseau, *Adaptations métaboliques à l'exercice chez l'enfant et l'adolescent*, in *Physiologie du sport, enfant et adolescent*, sous la direction d'E.Van Praagh, De Boeck, Bruxelles, 2008). C'est pourquoi dans le traitement didactique des APSA enseignées, l'enseignant évitera la sollicitation de ce type d'effort maximal prolongé, notamment auprès des classes de sixième et de cinquième. Néanmoins, cette question de l'immaturité de la filière anaérobie lactique est soumise à controverses (Bar-Or, *The young athlete : some physiological considerations*, in *Journal of sports sciences* n°13, 1995). Dans le doute, même si une amélioration des performances liées à la glycolyse anaérobie est possible à tout âge, l'enseignant veillera à introduire ce type d'effort très progressivement à partir de la fin du collège.*
- Il faut raisonner en terme de « dominantes », non en terme de « tout ou rien » (*argument sous forme de nuance*) : toutes les ressources bioénergétiques peuvent faire l'objet de l'enseignement de l'EPS, mais les unes davantage à certaines périodes que d'autres. La vitesse par exemple et la sollicitation de la filière anaérobie alactique font l'objet d'un travail continu de la sixième à la terminale car « *les enfants ne présentent pas de limitation métabolique à l'exercice bref et intense* » (G.Baquet, S.Berthoin, S.Ratel, *Exercices et performances aérobies chez l'enfant*, in *L'endurance*, sous la direction de G.Millet, Ed. Revue Eps, Paris, 2006). Néanmoins, les paramètres bioénergétiques et biomécaniques à l'origine des améliorations ne sont pas univoques sur la période. Au lycée par exemple, c'est surtout l'accroissement de la force consécutive à l'augmentation de la libération de testostérone qui va permettre une accélération de la vitesse de course sur les distances très brèves (N.Boisseau, *Adaptations métaboliques à l'exercice chez l'enfant et l'adolescent*, in *Physiologie du sport, enfant et adolescent*, sous la direction d'E.Van Praagh, De Boeck, Bruxelles, 2008).

III. Participer au développement des ressources bioénergétiques en organisant sur la durée et dans la continuité les contraintes supports des adaptations

- Préambule nécessaire à cette partie : l'enseignement de l'EPS propose-t-il des régularités suffisantes pour développer significativement les ressources bioénergétiques ? Des études semblent le montrer, par exemple à propos de l'amélioration de la VMA (C.Hauswirth & D.Lehénaff, 1997 ; M.Gerbeaux et al., 1998 ; H.Assadi et al., 1998). « *Les progrès en VMA s'échelonnent entre 0.7 et 1.4 km/h. Finalement, dans les conditions d'un travail scolaire, c-a-d une séance hebdomadaire, on note une progression moyenne de l'ordre de 1 km/h* » (H.Assadi et al., 1998). M.Gerbeaux et al. (Apport des travaux en physiologie de l'exercice à la pratique des populations scolaires, in J.-P.Barrué & A.Terrisse, *Recherches en EPS : bilan et perspectives*, Ed. Revue EPS, Paris, 1998) observent que l'amélioration de la VMA est en moyenne de 0.5 km/h après un cycle de six séances, et de 1 km/h après un cycle de douze séances. C'est pourquoi nous militons plutôt, avec D.Delignières (*Plaisir et compétences*, Contre-pied n°8, SNEP, Paris, 2001), pour l'organisation de cycles d'enseignement suffisamment longs (dix à douze séances) qui permettent, à côté des principes de surcharge et de progressivité, de respecter un principe de continuité des charges de travail.
- Ce principe de continuité suppose aussi une planification cohérente des APSA, planification au sein de laquelle les cycles d'enseignement ne sont pas isolés, juxtaposés, mais entretiennent entre eux « *des rapports logiques de complémentarité, de*

supplémentarité, de finalité, d'inclusions, de tout à parties...etc. », obéissant ainsi à un principe de « *cohérence interactive des cycles* » (M.Delaunay, C.Pineau, Un programme, la leçon, le cycle en EPS, in Revue EPS n°217, 1989). Il s'agit d'éviter aux « traces » adaptatives laissées par les efforts physiques de ne pas se « perdre » sur la durée. Car si l'organisme est capable d'adaptation, il est également susceptible de se désadapter en cas de sollicitations insuffisantes ou irrégulières.

Concernant le VO_2max par exemple, « *une fois le cycle terminé, il ne faut pas oublier d'entretenir les capacités acquises, sinon elles chutent rapidement en cas de non sollicitation* » (R.Gacon H.Assadi, Vitesse maximale aérobie, évaluation et développement, in Revue EPS n°222, 1990).

- Ne pas réserver à la course de durée seulement le statut d'activité bioénergétique. Il est en effet possible d'envisager un mode d'entrée bioénergétique s'appliquant à d'autres APSA. Le traitement didactique des sports collectifs, de la natation, de la course d'orientation, du vélo tout terrain, de la musculation, des sports de combat ou de raquette peut mettre l'accent sur une dépense énergétique suffisante pour activer les processus actifs d'adaptation et donc le développement des ressources. Ce traitement didactique volontariste permet de révéler l'enjeu de formation bioénergétique dont ces activités sont potentiellement porteuses.

La recherche-action de F.Lab (*Les capacités aérobies, un objectif transversal*, in Revue EPS n°258, 1996) montre que l'amélioration des capacités aérobies dans une pratique multiactivités est possible, et que cela permet l'obtention de progrès significativement supérieurs à ceux atteints en un seul cycle de course d'endurance.

- En plus du traitement didactique, le traitement pédagogique des activités enseignées est également de nature à inscrire dans la continuité les sollicitations nécessaires au développement des ressources bioénergétiques. Il s'agit de maximiser le temps d'engagement moteur dans la séance (M.Piéron, *Pédagogie des activités physiques et du sport*, Ed. Revue EPS, Paris, 1992) en minimisant les temps morts, les attentes superflues, les moments dépourvus d'activité physique. La préparation préalable de la séance accordera donc une attention particulière à l'organisation de la classe (formation géométrique, dispersée, circuits, ateliers...), ainsi qu'à la gestion de l'espace, du matériel, et à la constitution des groupes.
- Enfin, certaines routines peuvent revenir à chaque séance pour solliciter des fonctions en vue de développer, sinon entretenir, les ressources bioénergétiques. C'est notamment le cas de l'échauffement, qui a les moyens d'inscrire dans la continuité des efforts de type aérobie (dans le cadre de l'activation cardio-pulmonaire notamment), ou des efforts anaérobie alactique de vitesse (en fin d'échauffement).

Nous avons construit notre réflexion sur trois idées complémentaires : d'une part, l'idée que « *la perturbation, la contradiction constituent l'élément moteur du développement et des apprentissages* » (Jean Piaget, Psychologie, Paris, Gallimard, collection La pléiade, 1987), d'autre part l'idée que « *l'apprentissage ne coïncide pas avec le développement mais l'active* » (L.-S. Vygotsky, Pensée et langage, Editions sociales, 1985), enfin l'idée que « *pour optimiser le développement corporel et sportif des enfants et des adolescents, il est indispensable d'avoir quelques connaissances fondamentales sur les particularités physiques et psychiques de l'enfant à chaque étape de son développement* » (Jürgen Weineck, Biologie du sport, Paris, Vigot, 1992). Dès lors, l'enseignant d'EPS qui vise le développement des ressources bioénergétiques de ses élèves doit s'affirmer comme un expert en aménagement des « perturbations » et des « contradictions », tout en ayant une parfaite connaissance du sujet « épistémique », car il est nécessaire de savoir ce que l'élève peut faire aujourd'hui, pour envisager ce qu'il pourra faire demain.

Afin d'envisager le développement des ressources bioénergétiques avec un peu de rigueur, nous nous sommes largement inspirés des données scientifiques. Celles-ci nous ont éclairé à la fois sur

les étapes (point de vue des « *structures* »), et sur les processus (point de vue de la « *genèse* ») du développement. Plus concrètement, elles aident à rendre pertinentes les interactions entre les élèves et les activités enseignées, car elles renseignent l'enseignant sur le « quoi » enseigner (nature des contraintes), le « comment » l'enseigner (caractéristiques des contraintes), et le « à quel moment » l'enseigner (organisation temporelle des contraintes). Ainsi que le souligne Jürgen Weineck, « *les stimuli liés au mouvement ou à une charge de travail sont une nécessité physiologique pour le développement psychophysique optimal des enfants et des adolescents. Tous les systèmes de l'organisme se développent de manière optimale lorsque les stimuli sont adéquats, c'est à dire s'ils sont appliqués suffisamment tôt, au moment opportun, et s'ils sont durables* » (ibid). Surtout, le développement des ressources bioénergétiques ne serait se réduire à une solution simple et unique : cet objectif doit être attaqué sur plusieurs fronts de manière volontariste, et ne peut être réservé à un seul cycle d'enseignement dans l'année.

Enfin, nous souhaiterions rappeler que si les attitudes et les méthodes sont très souvent évoquées au sein de l'éducation physique et sportive d'aujourd'hui, nous devons rester attachés à ce qui reste historiquement (et peut-être hiérarchiquement), la première finalité de l'éducation physique et sportive : le développement des capacités nécessaires aux conduites motrices. Même la notion très actuelle de gestion future de sa vie physique ne peut être dissociée de cette première finalité, car le développement bioénergétique est à la base d'une disponibilité motrice qui rendra plus efficiente et plus attrayante la pratique physique future, en plus d'entretenir d'étroites relations avec la condition physique et la santé (P.Laure, Activités physiques et santé, Ed. Ellipses, Paris, 2007).