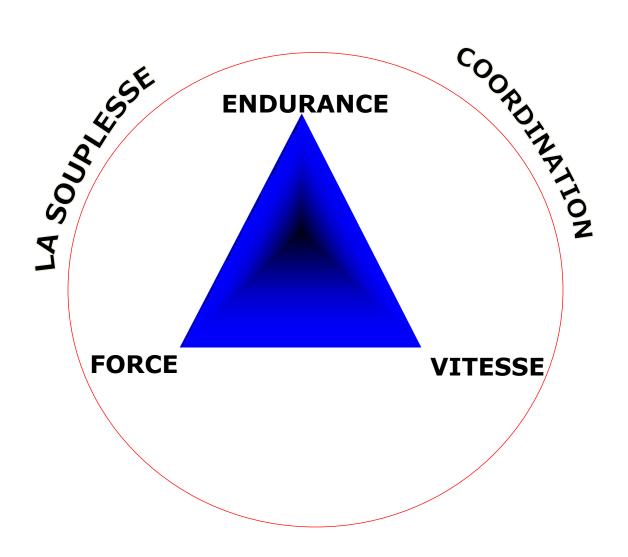
Recyclage des maîtres spéciaux en EPS

Endurance dans les jeux de ballon

Les qualités à développer



L'endurance est la capacité psycho-physique du sportif de résister à la fatigue.

Le métabolisme énergétique

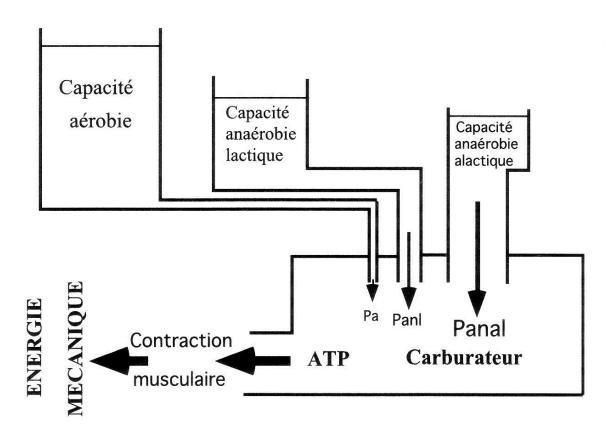


Figure 1.1. — Illustration du fonctionnement des trois métabolismes énergétiques à l'aide du carburateur du moteur à explosion selon Garrigues (Pa: puissance aérobie; panl: puissance anaérobie lactique; panal: puissance anaérobie alactique)

Comment évaluer la VMA

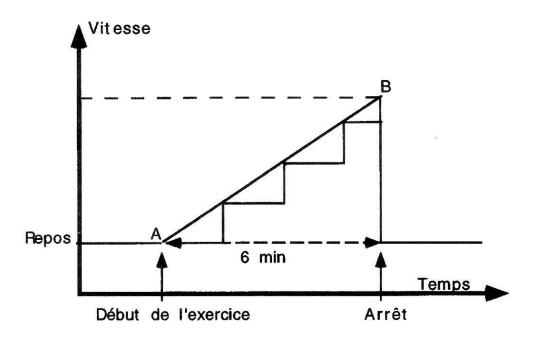


FIGURE 1.13. — Exercice dit de type « triangulaire » et sans temps de repos entre les efforts successifs

- À partir de l'épreuve de course navette de Luc Léger
 - But : estimer la Vitesse Maximale Aérobie d'un enfant
 - Test progressif avec palier de 1'
 - Réalisé dans une cour ou une salle distance de 20m
- Nouveau test : épreuve 30-15 intermittent fitness test (voir annexe)

Intérêt de travailler à sa VMA

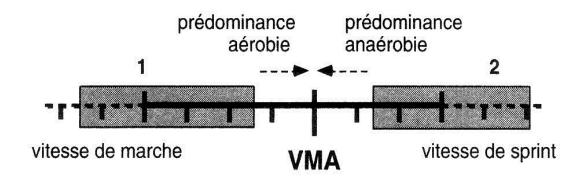


FIGURE 1.3. — Les vitesses de déplacement chez l'homme et les « repères énergétiques ».

Les zones ombrées 1 et 2 indiquent les plages de vitesses privilégiées au cours des séances d'EPS (Gerbeaux et al., 1993)

- À l'école, les efforts réalisés se situent
 - soit en zone 1 = effort de faible intensité maintenu le + longtemps possible
 - Soit en zone 2 = exercice de sprint = puissance anaérobique alactique.
- Mais rarement, les efforts se situent autour du potentiel maximale aérobie = 100% de la VMA = vitesse comprise entre 8 et 24 km/h

Le but de l'entraînement aérobie

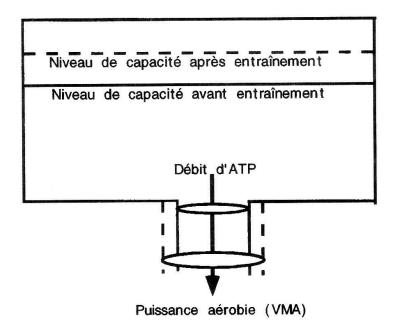


FIGURE 1.17. — Schéma illustrant la puissance et la capacité aérobies et le sens des progrès possibles par l'entraînement.

L'état initial du sujet est figuré en traits pleins;
l'état final après entraînement est figuré en pointillés

- Développement de la puissance aérobie = exercices de type "interval" se situant entre 100 et 130% de VMA
- Développement de la capacité aérobie = exercice de type "continu" permettant à l'enfant de courir à un % élevé de VMA (75 à 85%) le + longtemps possible (20 à 25'

Paramètres à respectés pour la construction d'entraînement aérobies dans le milieu scolaire (Gerbeaux et coll. 1993)

Procédures nature des exercices	Puissance	Durée	Récupération		Travail + récupération		Durée séance		Amélioration		
I – CONTINU	80 à 85 % de VMA	80 % = 20 à 25 mn	10 mn passives			à 25 mn + 10 mn (30 à 35 mn) 40 à		40 à	45 mn	1	
II – PAR INTERVALLES									*		
Procédures nature des exercices	Puissance	Composition des séries	Nombre de séries					Récupération Durée entre les séries séance		CAPACITÉ	
LONG-LONG Temps de repos < temps de travail	80 % à 85 %	12 mn 10 mn 8 mn 6 mn	2 2 3 4			active	5 mn semi-active ou passive		26 mn à 30 mn		
LONG-LONG Temps de repos = temps de travail	90 % à 100 %	5 × 2 mn 3 × 3 mn 3 × 4 mn 2 × 5 mn	1 à 3 1 à 3 1 à 2 1 à 2	1 mn ; à 2 n		active	6 mn r ou co à 60 de v	ourse	30 mn environ	PUISSANCE	
COURT-COURT	110 % à 130 %	$15 \times 8 \text{ s}$ $10 \times 10 \text{ s}$	3			passive ou	3 mn p		13 à		
de VMA Temps de repos = temps de travail	100 % à 110 %	15 × 15 s (limite lactique)	2	8 s à 1		active	3 à 5 mar	5 mn 15	15 mn		

 Le but de cette journée est de transférer tous ces paramètres physiques dans des efforts spécifiques aux jeux de ballon...

Distances à parcourir pour un travail de 10s ou 15s en court-

VMA (km/h)	VMA (m/s)	% VMA	durée (s)	distance (m)	durée (s)	distance (m)
8	2,2	110	10	24,4	15	36,7
9	2,5	110	10	27,5	15	41,3
10	2,8	110	10	30,6	15	45,8
11	3,1	110	10	33,6	15	50,4
12	3,3	110	10	36,7/	15	55,0
13	3,6	110	10	39,7	15	59,6
14	3,9	110	10	42,8	15	64,2
15	4,2	110	10	45,8	15	68,8
16	4,4	110	10	48,9	15	73,3
17	4,7	110	10	51,9	15	77,9
18	5,0	110	10	55,0	15	82,5
19	5,3	110	10	58,1	15	87,1
20	5,6	110	10	61,1	15	91,7
8	2,2	120	10	26,7	15	40,0
9	2,5	120	10	30,0	15	45,0
10	2,8	120	10	33,3	15	50,0
11	3,1	120	10	36,7	15	55,0
12	3,3	120	10	40,0	15	60,0
13	3,6	120	10	43,3	15	65,0
14	3,9	120	10	46,7	15	70,0
15	4,2	120	10	50,0	15	75,0
16	4,4	120	10	53,3	15	80,0
17	4,7	120	10	56,7	15	85,0
18	5,0	120	10	60,0	15	90,0
19	5,3	120	10	63,3	15	95,0
20	5,6	120	10	66,7	15	100,0
8	2,2	130	10	28,9	15	43,3
9	2,5	130	10	32,5	15	48,8
10	2,8	130	10	36,1	15	54,2
11	3,1	130	10	39,7	15	59,6
12	3,3	130	10	43,3	15	65,0
13	3,6	130	10	46,9	15	70,4
14	3,9	130	10	50,6	15	75,8
15	4,2	130	10	54,2	15	81,3
16	4,4	130	10	57,8	15	86,7
17	4,7	130	10	61,4	15	92,1
18	5,0	130	10	65,0	15	97,5
19	5,3	130	10	68,6	15	102,9
20	5,6	130	10	72,2	15	108,3

Développement des qualités aérobies chez les enfants âgés entre 6 et 15 ans

Évolution d'exercices aérobies proposées chez des enfants âgés de 6 à 16ans (BERTHOIN et GERBEAU en 1998)

	6 à 10 ans	11 à 15 ans	16 ans et plus
Individualisation	Mesure de VMA	Mesure de VMA	Mesure VMA et T_{lim}
Objectifs	Développement de la puissance.	Développement de la puissance.	Développement de capacité et puissance.
Exercices	Court-court 10 s. Long-long 2 à 3 mn.	Court-court 8 à 15 s. Long-long 2 à 5 mn.	Court-court 8 à 30 s. Long-long 2 à 10 mn. Continu suivant les pratiques compétitives.
Outils pédagogiques	Chronomètres, sifflet.	Chronomètres et fiches (temps de passages).	Chronomètres, fiches (temps de passages) pour la puissance. Cardiofréquence- mètres pour la capacité.

 Le travail de type interval long-long ou court-court trouve toute sa place dans l'enseignement d'un sport collectif...

L' endurance dans l'enseignement des sports collectifs

• inconvénients

- Travail plus difficile à réaliser par la complexité des sports collectifs (technique)
- Travail moins précis qu'un travail spécifique course
- Etc.

Avantages

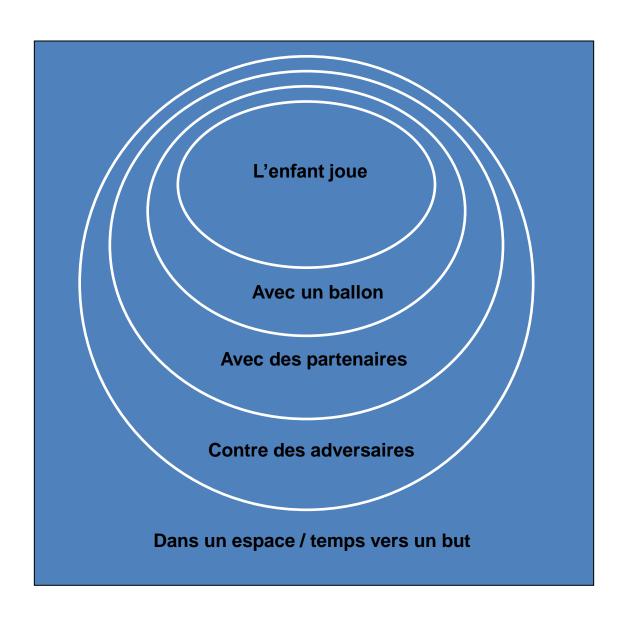
- Transfert direct dans le sport concerné
- Ludique pour l'enfant = l'enfant aime la vitesse sous toutes ses formes
- Conserver les qualités de vitesse
- Quantité de travail moins grande mais plus qualitative
- Temps nécessaire au développement de la puissance aérobie est d'environ 15' = correspond mieux aux exigences temporelles de l'organisation du primaire
- Selon les travaux de Berthoin et Gerbeaux, progrès en puissance et en capacité seront plus grands par un travail de course plus ciblé sur des intensités si situant autour de la VMA des enfants. Le sport collectif, de par ses spécificités est un outil au développement aérobie.
- Etc.

- Selon Berthoin et Gerbeaux, il paraît nécessaire de choisir des exercices qui vont conduire l'enfant :
 - De la puissance vers la capacité;
 - Des exercices courts vers des exercices longs;
 - Des exercices intermittents vers les exercices continus;
 - Des % de VMA forts vers des % de VMA faibles;
 - Des temps de travail courts vers des temps de travail longs;
 - Des éxécutions faciles plaisant à l'enfant (court) vers les exécutions plus difficiles (long).

En conclusion,

les sports collectifs peuvent être un complément idéal au développement aérobie chez l'enfant.

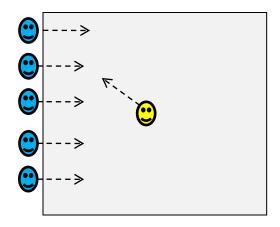
L'enseignement des sports collectifs : démarche

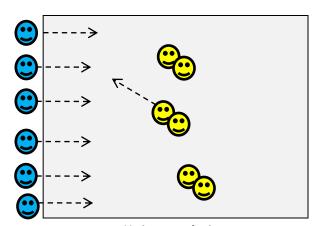


1. L'enfant joue...

1.1 Le jeu de l'épervier

Le joueur, chasuble en mains, tente de toucher un autre joueur lors de sa traversée.





Variante par équipes (les éperviers se regroupant par 2)

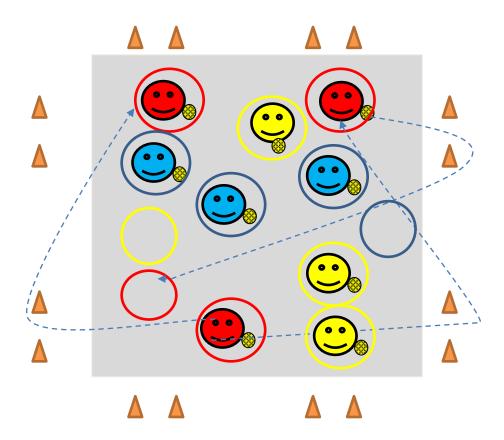
Sous forme interval court-court

- •Tout le monde participe.
- •Des vagues de joueurs traversent le terrain (20m) le plus vite sans se faire toucher.
- •Pas d'élimination Lorsqu'un joueur est touché = il devient à son tour épervier.
- •Temps de récupération = 2x temps de travail (temps d'effort 6-8 secondes pour 15 secondes de récupération)

Variantes:

- •Par équipes : voir graphique ci-dessous (après 10 passages, on inverse) Quelle équipe aura touché le plus de joueurs en 10 passages ?
- ·Avec passage obligé par un obstacle (saut d'une haie ou passage par une porte).
- ·Avec 1 ou plusieurs « éperviers ».
- •avec ballon: au pied, à la main (en dribble).

2. L'enfant joue avec la balle...

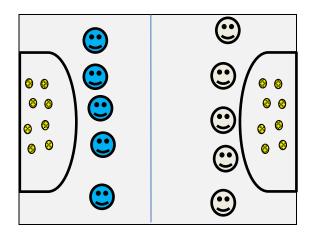


2.1 Exercices de maniement de balle

Sous forme interval court-court

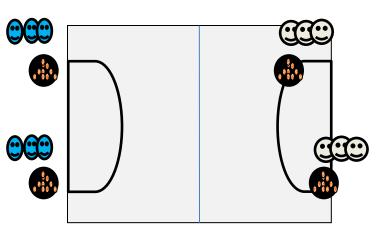
- Les joueurs ont chacun un ballon balle se trouvent dans un cerceau de couleur.
- Le professeur désigne une couleur (ici "rouge"); l'enfant, se trouvant dans le cerceau, doit dribbler le plus rapidement possible; sortir par une porte et rentrer dans un nouveau cerceau de la même couleur dans le temps imparti (10" par exemple).
- L'enfant qui ne rentre pas dans les temps perd 1 point pour son équipe.
- À la fin du jeu (10 passages chacun = , on comptabilise l'équipe qui possède le plus de points)

2. L'enfant joue avec la balle...



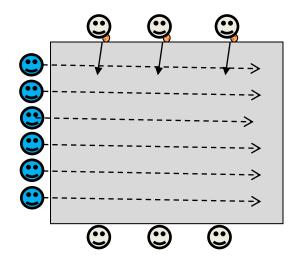
Sous forme interval long-long

- •rapporter le plus possible des ballons en dribblant dans son en-but en évitant les autres joueurs
- Toute l'équipe participe



Sous forme interval court-court

- ·Idem ci-dessus mais sous forme de relais
- Sous forme individuel selon la VMA d'enfant
- ·À la fin du jeu, on globalise le résultat de toute l'équipe
- •Nb : mettre des ballons en suffisance...



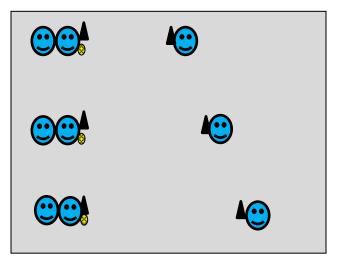
Sous forme interval court-court

- •Au signal, tous les lapins traversent le bois sans se faire toucher par les chasseurs. (10")
 - ·Après 10 secondes de récupération, retour
 - Après 10 passages, on comptabilise le nombre de lapins touchés.
 - ·Nb: pas d'élimination

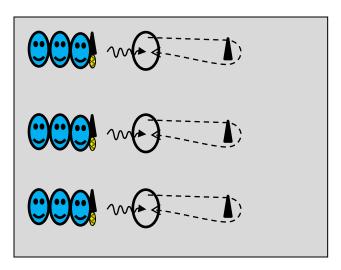
2. L'enfant joue avec la balle...

intermittent court-court

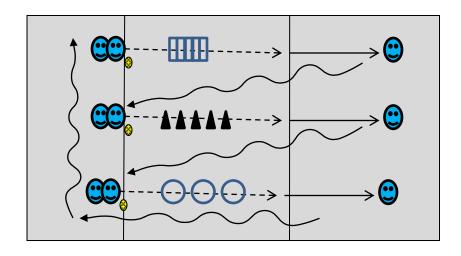
2.1 courses relais et/ou défis



Individualisé en fonction du % de VAM



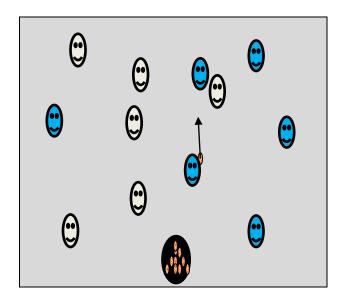
Sous forme de courses relais



Avec intégration d'un exercice de coordination

3. L'enfant joue avec des partenaires ...

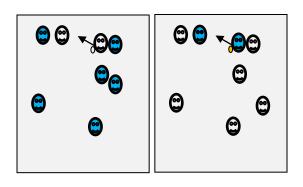
3.1 Le jeu de la chasseur



Sous forme interval long-long

- •L'équipe qui a la balle = les chasseurs
- •l'équipe tente de toucher un maximum de lapins.
- •Interdiction de se déplacer avec la balle = passe
- •Les lapins deviennent chasseurs :
 - •Lorsque la balle sort du terrain (réserve de ballons)
 - •Lorsque la balle est interceptée directement par un lapin.

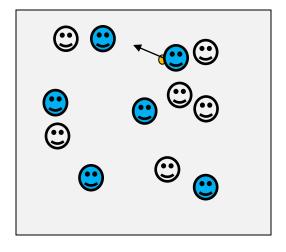
3. L'enfant joue avec des partenaires ... 3.2 le jeu du toucher sans lancer



Sous forme interval long-long

L'équipe en possession de balle se regroupe par 2 = duo

- Dans un 1er temps, les enfants peuvent se déplacer avec la balle – dans un 2ème temps, interdiction de se déplacer avec le ballon
- Interdiction de lancer la balle
- Interdiction de gêner les joueurs
- Le joueur touché continue, aucun joueur n'est éliminé
- On comptabilise le nombre de joueurs touchés

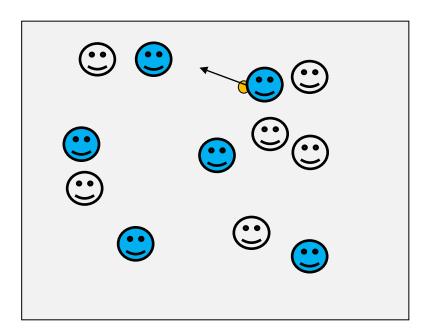


Sous forme interval long-long

L'équipe en possession de balle tente de toucher avec le ballon le maximum de joueurs de l'autre équipe

- Interdiction de se déplacer avec le ballon
- Interdiction de lancer la balle
- Interdiction de gêner les joueurs
- Le joueur touché continue, aucun joueur n'est éliminé

3. L'enfant joue avec des partenaires ...



3.3 le jeu du touch ball

Sous forme interval long-long

2 s'équipes s'opposent

But du jeu :

Chaque équipe tente de conserver le ballon le plus longtemps possible

- 1. Les joueurs peuvent courir avec la balle
- 2. Les joueurs peuvent se faire des passes

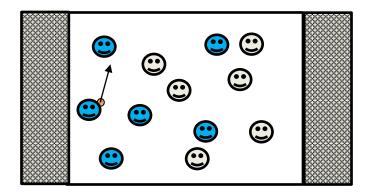
mais

- 1. lorsqu'un joueur est touché par un adversaire de la main
- 2. Lorsque la balle tombe au sol ou sort du terrain

La balle est donnée à l'équipe adverse

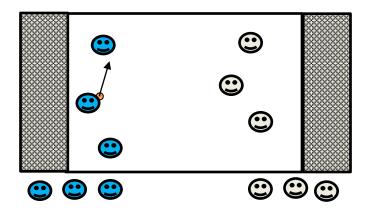
4.1 Le touch ball

Sous forme interval long-long



Sous forme interval long-long

- Jeu continu
- •Classe divisée en 2 équipes



Sous forme interval long-long

- •Classe divisée en plusieurs équipes
 - •3c/ 3 pendant 2'
 - Puis on change
- Plus intensif

2 s'équipes s'opposent

But du jeu : Déposer la balle, en mains, dans la zone neutre de l'adversaire

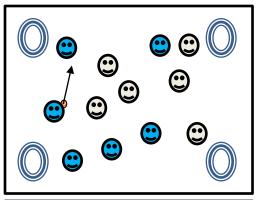
Règle:

- 1. Les joueurs peuvent courir avec la balle
- 2. Les joueurs peuvent se faire des passes

mais

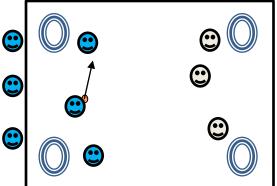
- 1. lorsqu'un joueur est touché par un adversaire de la main
- 2. Lorsque la balle tombe au sol ou sort du terrain

La balle est donnée à l'équipe adverse



Sous forme interval long-long

- Jeu continu
- •Classe divisée en 2 équipes



Sous forme interval long-long

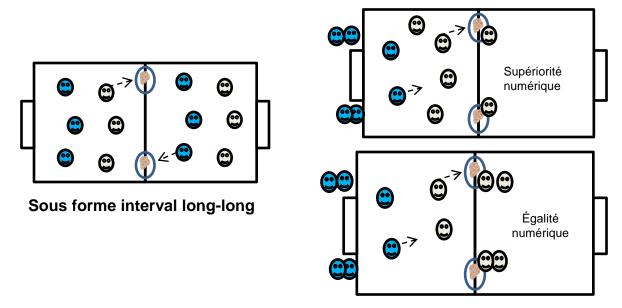
- •Classe divisée en plusieurs équipes
 - •3c/ 3 pendant 2'
 - Puis on change
- Plus intensif

4.2 Le jeu des cibles

forme interval long-long

Nombre de joueurs : 2 équipes de 4 ou 6 joueurs

- •La partie débute au signal du maître par "entre-deux" au milieu du
- •Déplacements avec ballon en main interdits : il faut passer ou dribbler.
- •On ne peut marquer un but qu'en <u>POSANT le ballon dans un des cerceaux. Si le ballon est</u> lancé le point ne compte pas.
- •On ne peut pas marquer un point si un défenseur est placé entre soi et le cerceau.
- •Contacts interdits : remise en jeu sur la ligne par l'équipe non responsable de la faute.
- •Dès que les défenseurs récupèrent le ballon (suite à une faute de l'équipe adverse, après une interception ou après un point marqué) ils deviennent aussitôt "attaquants" et tentent à leur tour de marquer un but.
- •L'équipe qui a le plus de buts gagne la manche.



Sous forme interval court-court

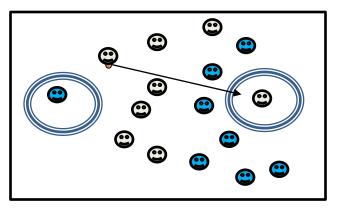
4.3 Attaque-défense

Sur chaque ¼ de terrain, 2 équipes de 3 joueurs.

Une zone interdite à tous les joueurs et des cibles à atteindre (petits buts, paniers, cibles).

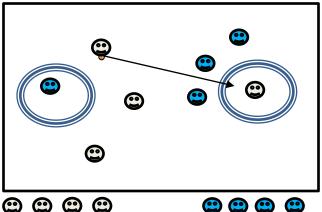
- •Chaque équipe dispose de 10 ballons pour attaquer. Après chaque tir tenté, elle prend un autre ballon.
- •Les attaquants ne peuvent se déplacer avec le ballon. Et sans faire tomber la balle
- •Les défenseurs essaient de toucher les attaquants en possession du ballon ou d'intercepter le ballon.
- •Le joueur touché retourne déposer son ballon et reprend un autre ballon.

l'équipe gagnante est celle qui aura atteint le plus de fois la cible



Sous forme interval long-long

- Jeu continu
- •Classe divisée en 2 équipes



Sous forme interval long-long

- •Classe divisée en plusieurs équipes
 - •3c/ 3 pendant 2'
 - Puis on change
- Plus intensif

4.2 balle au capitaine

Nombre de joueurs : 2 équipes de 4 ou 6 joueurs

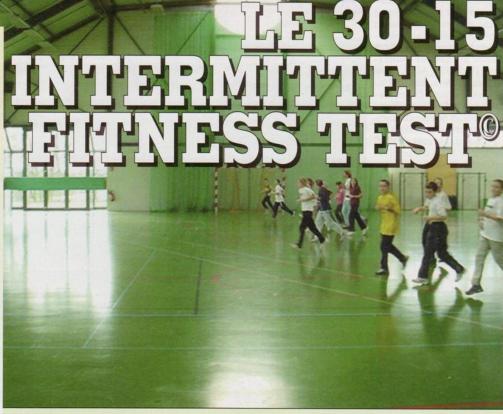
- •La partie débute au signal du maître par "entre-deux" au milieu du
- •Déplacements avec ballon en main interdits : il faut passer ou dribbler.
- •On ne peut marquer un but qu'en effectuant une passe au capitaine dans la zone définie
- •Contacts interdits : remise en jeu sur la ligne par l'équipe non responsable de la faute.
- •Dès que les défenseurs récupèrent le ballon (suite à une faute de l'équipe adverse, après une interception ou après un point marqué) ils tentent à leur tour d'effectuer une passe à leur capitaine.
- •L'équipe qui a le plus de buts gagne la manche.

<u>Variante</u>: un point lorsqu'un joueur se présente dans la zone pour recevoir la passe

5. pour construire des situations pédagogiques.

- 1. Partir de situations simples évolutives et répétées.
- 2. Permettre un temps d'activité important en constituant des petits groupes d'élèves et multiplier les ateliers ou aires de jeux.
- 3. Partir d'un jeu simple. L'évolution du jeu permet :
 - De relancer l'intérêt des enfants.
 - De faire évoluer les comportements individuels et les stratégies collectives.
 - De rééquilibrer les rapports de force entre les équipes.
- 4. Il faut qu'il y ait un réel enjeu pour que les enfants prennent plaisir à jouer et s'investissent physiquement dans le jeu.
- 5. Il est préférable de faire évoluer un jeu avec les élèves plutôt que de proposer une juxtaposition de jeux différents.
- 6. Ces évolutions peuvent porter sur les paramètres suivants :
 - Le temps (types de signaux, temps du jeu)
 - L'espace (les limites du jeu, les refuges....)
 - Le nombre de joueurs (nombre de défenseurs...)
 - Le matériel (type d'objets, de ballons).
- 7. etc.

La nouvelle approche du développement cardio-respiratoire en EPS, tournée vers des efforts intermittents courts et intenses. nécessitait un test de terrain approprié. Le 30-15 Intermittent Fitness Test (30-15_{IFT}) est un nouveau test pertinent pour les enfants et adolescents: adapté à leur physiologie, il permet de déterminer une vitesse maximale de référence spécifique à ce type d'exercices.



PAR M. BUCHHEIT

Le travail intermittent fait aujourd'hui progressivement son apparition en alternative au travail continu dans les séances d'endurance [1, 2, 3, 4]. L'exercice intermittent se rapproche plus des activités spontanées des élèves par le biais d'efforts très courts [5] et il permet de totaliser une quantité d'activité plus importante.

SÉANCES AÉROBIES

Jusqu'à aujourd'hui, pour individualiser ces séances de course en intermittent, les enseignants et entraîneurs avaient pris l'habitude d'utiliser la vitesse maximale aérobie (VMA, km/h) de chaque élève comme vitesse de référence. Cette dernière est la plus petite vitesse capable de solliciter la consommation maximale d'oxygène (VO2max) [6]. L'intensité des exercices est usuellement exprimée en pourcentage de la VMA et permet à chacun de fournir un effort individualisé et donc similaire en terme de contrainte physiologique (d'un point de vue interne, de dépense énergétique), même si à l'inverse les vitesses/distances de courses sont différentes (travail mécanique, externe). Les durées de travail, directement liées à l'intensité de l'effort et/ou des périodes de récupération [7], sont choisies au regard de la programmation ou des sollicitations envisagées, mais dépassent rarement 30 s (les durées de travail régulièrement utilisées dans le secondaire allant de 10 à 30 s [2, 3, 4].

Tests d'évaluation de la VMA

À ce jour, l'évaluation aérobie, point de départ de la programmation des séances des jeunes adolescents, s'effectuait exclusivement sur la base de deux ou trois tests: le test de Cooper [8], bientôt 40 ans; le test navette de Léger et al. [9] (20 m Shuttle run Test - 20 m SRT), bientôt 25 ans, et à moindre échelle le test sur piste de Léger [10] (University of Montréal Track Test - UM-TT), plus de 25 ans, plus récemment revisité par G. Cazorla - VAMEVAL [11]. Leur simplicité en fait de loin les tests les plus populaires au niveau international.

Inconvénients des tests populaires

Si l'on s'interroge sur la pertinence de ces tests par rapport aux capacités physiologiques spécifiques des jeunes, certaines données objectives et scientifiques doivent nous faire réagir.

Nature des tests

• Ces trois tests sont strictement continus, l'effort est ininterrompu du début à la fin.

• Leur capacité à prédire une vitesse maximale de course appropriée pour l'entraînement est limitée chez les jeunes. Le test de Cooper (course autogérée de 12 minutes), permettant pourtant une estimation valide du VO₂max, fait intervenir la gestion de course et les qualités d'endurance aérobie (et non exclusivement la puissance), ce qui rend le test moins accessible et moins pertinent chez les

jeunes pour estimer la VMA. Le test navette de Léger, bien que l'on s'accorde aussi sur sa validité en terme de prédiction de VO₂max, permet d'atteindre une VMA sous-estimée, qui doit être inévitablement « gonflée » pour servir de référence à l'entraînement. Enfin, le test de Léger sur piste ou le VAMEVAL est plus complexe à mettre en place chez les plus jeunes et nécessite plus d'espace.

Physiologie des adolescents

Les études récentes sur la physiologie de l'exercice chez les adolescents ont bien établi qu'ils possédaient des caractéristiques propres et différentes des adultes.

 $^{\bullet}$ Une inertie du métabolisme aérobie améliorée [1, 3], illustrée par des cinétiques cardiorespiratoires plus rapides et une dette d' O_2 diminuée. La conséquence est une participation plus conséquence du métabolisme aérobie à la resynthèse de substrats énergétiques et ainsi une moindre sollicitation du métabolisme glycolytique.

• Une capacité glycolytique (métabolisme anaérobie lactique) limitée, qui pourrait s'expliquer par une activité de l'enzyme phosphofructokinase diminuée ou simplement par une moindre masse musculaire engagée lors des efforts maximaux. Il s'avèrerait également que les plus jeunes bénéficieraient d'une meilleure régulation acide-base [1, 3].

• Une récupération cardiaque post-effort plus rapide et une resynthèse de phosphocréatine accélérée, se traduisant par une meilleure résistance à la fatigue [1, 3].

Il apparaît ainsi que l'exercice intermittent constitue une forme d'effort parfaitement appropriée aux caractéristiques physiologiques des jeunes enfants et adolescents [1, 3, 12]. Ainsi, est-il pertinent d'avoir recours à un test continu pour évaluer les qualités d'individus prédisposés à fournir des efforts intermittents et qui devraient, de plus, essentiellement s'entraîner par le biais d'exercices eux aussi intermittents ?

PRÉSENTATION DU 30-15 INTERMITTENT FITNESS TEST

En réponse aux limites des anciens tests, un nouveau test de terrain a été développé : le 30-15 Intermittent Fitness Test (30-15_{IFT}) [13]. C'est le premier test de terrain intermittent en course navette permettant d'estimer la consommation maximale d'oxygène

et de déterminer une vitesse intermittente de référence pour programmer les séries d'entraînement, tout en tenant compte à la fois des qualités aérobies spécifiques des adolescents. Le test est constitué de périodes de course d'une durée de 30 s, entrecoupées de périodes de récupération légèrement active de 15 s. Les périodes de course et de récupération consécutive constituent un palier. La vitesse de course, initialement de 8 km.h⁻¹, est ensuite incrémentée de 0.5 km.h⁻¹ à chaque palier. Les durées respectives des phases d'effort et de repos ont été déterminées en fonction des constantes de temps d'action des différents processus biochimiques contrôlant la fourniture d'énergie lors de l'exercice intermittent [6].

Mise en place du test

Il est nécessaire de disposer d'un CD-audio du test qui émet des « bip » à des intervalles de temps donné, d'un terrain de sport d'une longueur minimale de 40 m pour une course en aller et retour et de quelques plots pour délimiter les différentes zones de repérage pour les athlètes (dessin 1) :

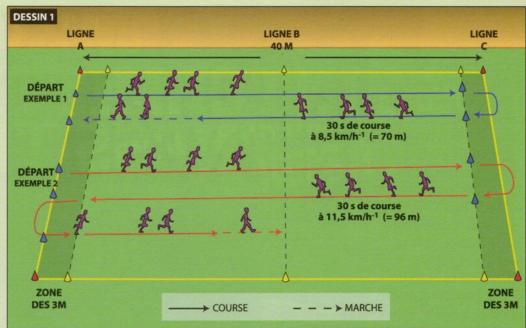
- 3 lignes, A pour le départ, B au milieu de l'aire de course et C pour faire demi-tour,

- 3 zones de tolérance, d'une largeur de 3 m de part et d'autre de chaque ligne.

Déroulement

Pour des conditions optimales quelques règles simples sont à respecter.

Le premier départ: les participants, espacés au minimum d'1 m, se placent sur la ligne A (dessin 1). Ils commencent à courir au premier « bip » et poursuivent leur effort afin de se trouver dans la zone de tolérance centrale avant que ne retentisse le second « bip » (ligne B), puis au niveau de la ligne C au troisième « bip » (demi-tour), etc., jusqu'au double « bip » signifiant la fin de la période d'effort.



Le double « bip »: les athlètes cessent de courir et marchent jusqu'à la ligne suivante, pour attendre le début du prochain palier (exemple 1, dessin 1).

Le test prend fin lorsque les athlètes ne sont plus capables d'entrer dans les zones de tolérance 3 fois en suivant.

Données retenues

La vitesse maintenue lors du dernier palier atteint est retenue comme vitesse intermittente de référence notée V_{30-15 IFT}.

L'estimation de la consommation maximale d'oxygène s'obtient en utilisant la formule suivante $I: VO_2max_{30-151FT} (ml.min.kg^{-1}) = 28.3-2.15 G-0.741 A-0.0357 P+0.0586 A x <math>V_{30-151FT}+1.03 V_{30-151FT}$.

G correspond au genre (féminin = 2; masculin = 1). A à l'âge et P au poids de l'individu [13].

Remarques: ne pas s'arrêter de courir avant le double « bip ». Cet arrêt ne survient que très rarement sur une ligne. La vitesse de course augmentant continuellement, la distance à parcourir en 30 s s'allonge aussi à chaque palier. Ainsi, le signal indiquant la période de récupération ne survient pas toujours au même endroit; aussi, le départ pour le palier suivant ne s'effectue pas systématiquement de



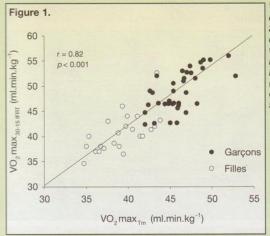
la ligne A, mais peut s'effectuer de la ligne B (exemple 2, dessin 1) ou de la ligne C. La prochaine ligne de départ est systématiquement annoncée lors de la période de récupération. Si le nombre de participants est important, afin de faciliter les demi-tours, faire partir les participants en quinconce, depuis les deux lignes opposées A et C. Les coureurs se croisent donc en même temps au milieu sur la ligne B et effectuent simultanément leurs demi-tours sur les lignes opposées A et C.

Validité du test

Le coefficient de corrélation entre les valeurs de VO2max prédites par la formule I et les valeurs mesurées en laboratoire chez 60 adolescents (filles = 24; garçons = 36; âgés en movenne de 16.4±1.3 ans) est de l'ordre de 0.82 (figure 1). Ce coefficient est inférieur à celui rapporté pour le UM-TT (0.96), mais cela s'explique par la présence des phases de repos et des changements de direction qui peuvent influencer différemment la performance chez des adolescents présentant des qualités de récupération et d'appuis différents malgré une VO2max identique. De ce fait, les coefficients sont naturellement plus proches de ceux rapportés pour le test navette : 0.84. Au final, cette valeur moyenne du coefficient illustre bien que la VO2max n'est pas le seul facteur explicatif de la performance au test. D'autres paramètres entrent en jeu (récupération inter-effort, explosivité musculaire [13]).

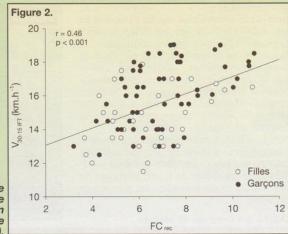
Reproductibilité du test

Les valeurs de V_{30-151FT}, de FC_{max} cardio-fréquencemètres (S810, Polar, Kempele, Finlande) et de concentration sanguine maximale en lactate mesurées lors des deux tests (lactate Pro, Arkray Inc, Japon) étaient similaires chez les 19 adolescents ayant réalisé le test à 2 semaines d'intervalle (filles = 9; garçons = 10; âgés en moyenne de 19.4±1.8 ans):



Valeurs de VO₂max estimées par le 30-15 (VO₂max 30-15 (FT) en fonction des valeurs de VO₂max mesurées en laboratoire (VO₂max (VO₂max mêmes les mêmes sujets.

Relation entre la V_{30-15FF} et l'indice de récupération cardiaque intra-effort (FC_{res}).



 $\begin{array}{l} V_{\tiny{30\text{-}15\text{HF}\,\text{I}}}: 20.1 \pm 0.7 \text{ vs. } 20.2 \pm 0.9 \text{ km.h}^{\text{-}1}, \\ FC_{\tiny{max}}: 196 \pm 2.3 \text{ vs. } 195 \pm 3.1 \text{ bpm, et} \\ \text{[La]s}: 11.8 \pm 1.3 \text{ vs. } 12.0 \pm 1.9 \text{ mmol.h}^{\text{-}1}, \text{ respectivement} ; aucune différence significative. La très bonne reproductibilité du test en souligne ainsi l'intérêt en milieu scolaire pour le suivi de progression des élèves. \end{array}$

Pertinence du test

Qualités physiques spécifiques aux enfants et adolescents. Nos résultats chez 92 adolescents (filles = 35; garçons = 57; âgés en moyenne de 14.8±1.9 ans) ont montré que la V30-15_{IFT} était significativement corrélée avec les indices de récupération cardiaque (figure 2). Cette association significative entre la V30-15_{IFT} et les cinétiques cardio-vascu-

laires intra-effort illustre ainsi l'intérêt du test : plus les individus présentent des cinétiques élevées, meilleure est leur performance. Connaissant les capacités physiologiques spécifiques des enfants et adolescents, il paraît ainsi évident que le 30-15_{IFT} constitue un test pertinent et approprié.

Comparaison de la vitesse avec les tests de Léger: nous avons comparé les différentes vitesses de course atteintes par 325 adolescents (filles = 132; garçons = 193; âgés en moyenne de 17.9±1.4 ans) (tableau 1). Ces données nous ont permis de montrer qu'il existe une relation linéaire entre les différentes vitesses [7] et que la V_{30-15IFT} est significativement supérieure aux vitesses atteintes lors des tests de Léger (de 2 à 4.5 km.h⁻¹). Ceci

rend le $30-15_{\rm IFT}$ plus pertinent que les autres tests car la $V_{\rm 30-15IFT}$ se révèle plus appropriée pour programmer les efforts à intensité supramaximale [1, 2, 3] qui doivent être utilisés chez les adolescents.

Comparaison de la pénibilité avec les tests de Léger. Ces résultats, obtenus auprès des 325 adolescents, indiquent que le 30-15_{IFT} apparaît significativement comme moins pénible pour la majorité des sujets (tableau 1).

ILLUSTRATION

Exemple de cycle de travail

Nous présentons des séances pratiques, dont certaines sont basées sur les travaux de M. Gerbeaux et S. Berthoin [3].

Individualisation de la distance de course. À partir des valeurs individuelles de V_{30-15HT} il est possible de déterminer simplement les distances à parcourir pour deux élèves possédants des V_{30-15HT} distinctes (tableau 2) (1) (dessin 2). Pour un travail en 10 s/10 s, quelques élèves peuvent courir ensemble en se repérant au même plot ou la même ligne. D'autres peuvent courir en sens inverse pendant que les premiers récupèrent

Propositions et planning de séance. Elles sont synthétisées (tableau 3).

Au collège

Le principe d'individualisation et de contrôle est de rigueur dans 95 % des séances (distance de course individuelle objectivée par un plot ou une zone à atteindre), à l'exception des séries originales, plus ludiques, où, bien

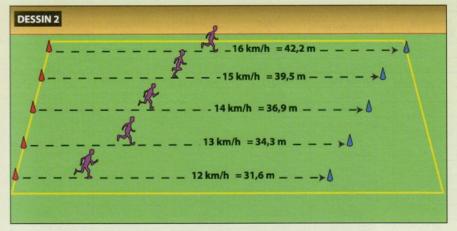


Tableau 1. Valeurs moyennes (écart-type) de pénibilité perçue et vitesse maximale atteinte et lors de chaque test * : différence significative par rapport au 30-15_{FT}

Adolescents	Pén	ibilité per	çue	Vitesse maximale (km/h)			
	30-15 _{IFT}	20mSRT	UM-TT	V _{30-15IFT}	V _{20mSRT}	V _{UM-TT}	
n = 174	14.9	17.6*		15.9	11.7*		
(f = 80, g = 94)	(1.4)	(1.1)		(2.4)	(1.1)		
n = 151	14.7		16.8*	18.4		14.9*	
(f = 52, g = 99)	(2.2)	-	(1.8)	(2.3)		(1.9)	

Tableau 2. Exemples de calculs des distances de courses en fonction de la $V_{\scriptsize 30-15IFT}$

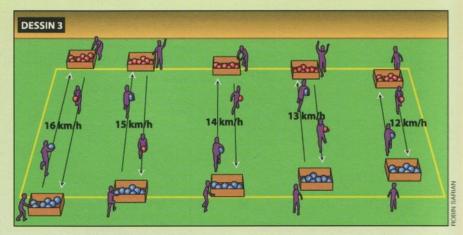
E1: V _{30-15IFT} 12 km.h ⁻¹	E2: V _{30-15 FT} 16 km.h			
Exemple de 2 x 4 mi	n de 10 s/10 s à 95 % V _{30-15IFT}			
Distance d'une série :	Distance d'une série :			
• 12 km.h ⁻¹	• 16 km.h ⁻¹			
• 12/3.6 = 3.33 m.s ⁻¹	• 16/3.6 = 4.44 m.s ⁻¹			
• 95 % de 3.33 = 3.17 m.s ⁻¹	• 95 % de 4.44 = 4.22 m.s ⁻¹			
• 10 x 5 = 31.7 m	• 10 x 4.21 = 42.2 m			

que regroupés par V_{30-15IFT}, les élèves sont livrés à eux-mêmes pour réguler l'intensité de leur effort (fartleck, jeu des déménageurs). Cependant, gageons que l'investissement et la motivation compensent dans ces séries le manque de régulation « métrée ». Notez aussi que la répartition entre efforts intermittents courts et intermittents longs au sein du cycle, bien qu'elle réponde ici à une distribution rationnelle, pourrait encore être modulée en fonction de l'âge des adolescents. En effet, pour les plus jeunes (6°, voire école primaire), l'accent serait mis encore plus sur le travail intermittent très court, alors que pour les 3° puis pour les élèves de lycée, le travail en intervalles longs pourrait être davantage exploité.

Détails des contenus de séances

Le test de course continue sur 4 à 6 min

L'intérêt de ce test est que la vitesse maintenue pendant une telle durée est proche de la VMA usuelle (déterminée en continue) des élèves. En effet, il a été montré que les jeunes, de l'école primaire au lycée, présentaient des temps de maintien de VMA (et donc de VO₂max) de l'ordre de 4, 5 et 6 min en moyenne sans différence significative entre les sexes [1, 3]. Ceci permet d'évaluer indirectement une VMA continue que l'on pourra comparer à la V_{30-15IFT}. De plus, la réalisation de ce « temps limite » demandera à l'élève de gérer sa course, permettant ainsi de proposer la gestion de l'effort comme second objectif de séance.



Le jeux des déménageurs : travail en intermittents longs (de 2 à 3 min 30 s)

Mise en place : les élèves, regroupés par $V_{\tiny{30-151FT}}$ identiques, sont ensuite scindés en deux équipes. Chacune est responsable d'une grande caisse remplie de balles rouges et bleues ou autres objets aisément transportables. Les caisses sont disposées de part et d'autre du gymnase. La distance entre les caisses n'a pas d'importance, mais plus de 20 m est une distance appropriée.

But: transporter les balles de la caisse adverse dans la sienne, une seule à la fois. L'équipe gagnante est celle ayant la caisse la plus remplie à la fin du jeu (dessin 3).

Le défi/duel en navette : travail en intermittents courts

Le niveau de V_{30-15IFT} de chacun n'est pas important puisque le travail sera individualisé. *Mise en place*: par deux dans un couloir. Départ d'une ligne identique. Un plot pour chacun est placé de part et d'autre, à mi-parcours (moitié de la distance totale de course calculée selon I).

But: au signal, courir pour aller faire le tour de son plot et revenir à la ligne de départ. Si le signal de fin d'effort est donné alors qu'un des élèves n'est pas revenu au départ, son adversaire marque un point. Dans ce cas, il ne s'agit pas d'une course, car il faut que chacun respecte la vitesse imposée pour pouvoir réaliser

Tableau 3. Propositions de séances types à partir de la $V_{30-15lFT}$. *: selon l'âge: 4 min en primaire, 5 min en collège, 6 min en lycée. **: récupération marchée, boisson, etc.

Séances	Intermittents	Durée efforts / pauses	Intensité (% V _{30-15IFT})	Type efforts	Type récupération	Durée série	Nombre séries	Récupération entre les séries*		
	Test	30-15 _{IFT}								
1	Initiation	FINITE MATERIA		quelques minu	tes					
	Test long	The section of the section of	Distance	u, sur piste, en l	igne - stade)					
2	Court	10 s/10 s	90 %	ligne	passive	3 min	2	3 min		
	Court	10 s/10 s	95 %	ligne	passive	3 min	1	3 min		
3	Long	2 min 30 s/3 min	eu des déménageu	2 min 30 s	2	2 min 30 s				
	Court	10 s/10 s	95 %	ligne	passive	3 min 30 s	2	3 min		
4	Court	15 s/15 s	95 %	Défi navette	passive	3 min 30 s	1	3 min		
-	Court	15 s/15 s	95 %	ligne	passive	4 min	2	3 min		
5	Court	2 min/2 min 30 s	90/85 %	Défi carré	marchée	2 min 30 s	2	2 min		
	Court	15 s/15 s	100 %	Défi navette	passive	4 min	2	3 min		
6	Court	20 s/20 s	90 %	ligne	marchée	5 min	2	3 min		
-	Court	20 s/20 s	95 %	Défi carré	marchée	4 min	2	3 min		
7	Long	3 min/3 min	Je	eu des déménageu	irs	3 min	3	3 min		
	Court	30 s/30 s	90 %	Défi carré	marchée	5 min	2	3 min		
8	Long	3 min/3 min 30 s	F	artleck (≈ 85/80 °	(6)	3 min 30 s	2	3 min		
	Court	20 s/15 s	90 %	Défi carré	passive	4 min	2	3 min		
9	Court	10 s/20 s	105 %	Défi navette	passive	4 min 30 s	. 2	3 min		
40	Court	10 s/20 s	110 %	Défi navette	passive	4 min 30 s	2	3 min		
10	Court	5 s/20 s	sprint	ligne	passive	3 min 30 s	2	5 min		
	Test long	Distance maximale sur 4 à 6 min * (en continue, sur piste, en ligne - s					ligne - stade)			
11	Court	3 s/17 s	sprint	ligne	passive	3 min 30 s	2	5 min		
12	Test	XVI	30-15 _{er}							

l'exercice sur la durée totale programmée par l'enseignant. En revanche, pour du travail en sprint de types 3 s/17 s ou 5 s/20 s, c'est le premier revenu à la ligne après la petite navette qui gagne (dessin 4).

Le défi collectif en carré magique

Le carré illustre une organisation en course collective pour les temps de travail supérieurs à 15 s.

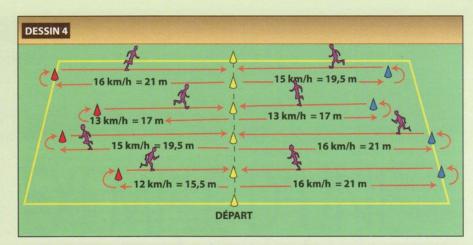
Mise en place: chaque élève court autour d'un rectangle dont le périmètre correspond à la distance qu'il doit parcourir dans le temps imparti, selon I. Si pour des raisons pratiques, le périmètre est légèrement supérieur, un plot peut marquer la fin de la zone de course (dessin 5). Afin que tous s'affrontent en même temps, ces rectangles sont disposés de manière concentrique; l'élève ayant ainsi la meilleure V_{30-ISIFT} se trouve sur le rectangle extérieur.

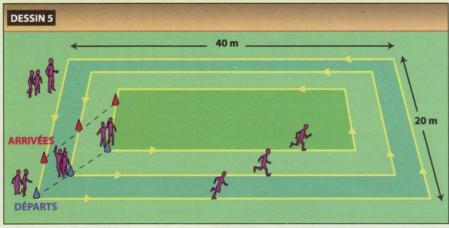
But: Chaque élève part avec un capital de 20 points. Il perd 1 point chaque fois qu'il n'arrive pas à temps au plot. Il est ainsi possible de noter de la sorte cette séance.

Le mini fartleck (2 à 3 min 30 s)

Il est à réserver aux classes disciplinées. Il est basé sur la gestion de course et la connaissance du rythme moyen de 80-85~% de $V_{\text{30-ISIFT}}$.

Regroupés par V_{30-15IFT}, les élèves courent les uns derrière les autres sur la durée indiquée. Le leader, que tous doivent suivre à la trace, a pour mission d'explorer à un rythme soutenu tous les recoins du gymnase (dans le respect du matériel et sans danger). Il est même encouragé à passer dans les gradins, sur les tapis de mousse, etc., dans le but de surprendre, voire de perdre les membres de son équipe. Les changements de rythme, les arrêts, accélérations ou autres modifications de la modalité de courses (pas chassés, sauts, etc.) sont autant de moyens de création pour stimuler les poursuivants. Toutes les 30 s, au coup de sifflet, le leader passe en dernière position et le second prend sa place.





Résultats observés après un cycle de travail intermittent

Valeurs de V_{30-ISIFT}

Alors que nous observons régulièrement des valeurs de $V_{30.15IFT}$ de l'ordre de 18 à 20 km/h chez des adolescents de sports collectifs, nous avons noté des valeurs allant en moyenne de 13.5 (\pm 1.4) chez les élèves de 6° à 14.8

(±1.5) km/h pour des classes de 3º dans les collèges testés. Enfin, en lycée, les jeunes ont atteint les 16.1 (±1.9) km/h en moyenne.

Amélioration de V_{30-151FT} et du VO₂max

Les résultats obtenus sur une dizaine de classes de collège (VO₃max de départ estimées à 39.6±3.4 ml O₂ ml.min.kg⁻¹) après un cycle de 8 à 10 séan-

ces inspirées du programme présenté ici (intermittents courts et longs) ont montré un gain de V_{30-ISIFT} de +1.8 (±1.2) km/h (équivalent à une hausse de +3.7 (±2.1) d'O₂ ml.min.kg⁻¹); ce qui se rapproche des données de la littérature [2, 3].

Amélioration de la fraction d'utilisation du VO₂max à haut pourcentage de V_{30-151FT}

En termes d'endurance à haut pourcentage du VO_2 , les élèves de 6° testés en Alsace, capables lors de la séance 2 de tenir 76 % (± 13.3) de la $V_{30-15IFT}$ sur 4 min, ont couru en moyenne à 83 % (± 12.7) lors de la séance 11 sur la même durée. Notez que ces importants progrès sont essentiellement dus aux progrès de la $V_{30-15IFT}$, puisque si l'on réajuste ces calculs en fonction de la « nouvelle » $V_{30-15IFT}$ obtenue lors de la séance 12, les pourcentages tenus restent plus proches des valeurs initiales (79.5 % (± 11.5)). Il nous est permis de penser que des progrès similaires auraient pu être observés sur des durées de course de 5 ou 6 min pour des élèves plus âgés.

Proposition de notation

Une première partie de la note pourra porter sur l'amélioration brute de la $V_{\tiny{30-ISIFT}}$. Ensuite, étant donné que ces séances en intermittents courts impliquent peu de travail de régularité comme celui habituellement évalué sur les séances d'endurance longues [4], l'amélioration du pourcentage de $V_{\tiny{30-ISIFT}}$ maintenu sur 4



à 6 min pourra faire l'objet d'une évaluation concernant son progrès et indirectement l'investissement de l'élève. Puisqu'en terme de performance sportive, la régularité n'est vraiment pas un facteur d'efficience [1], cet exercice de temps de maintien suffira à évaluer la capacité de l'élève à gérer sa course. En effet, nous ne pensons pas qu'il soit pertinent comme à l'accoutumée de noter la régularité des temps de passage au tour par exemple (200 ou 400 m). Enfin, comme évoqué précédemment, il sera possible de noter les défis en duel ou en carré. L'élève partant avec un capital de 9 points par exemple (9 courses en 3 min de 10 s/10 s), 1 point pourra lui être soustrait à chaque fois qu'il ne rejoint pas la ligne dans le temps imparti.

*

Ainsi, le 30-15_{IFT} n'est pas simplement un outil valide et fidèle d'estimation du VO₃max, mais il permet d'atteindre une vitesse de course tenant compte des qualités physiologiques spécifiques aux enfants et adolescents. Comparativement aux autres tests populaires, le 30-15_{IFT} permet d'atteindre une vitesse qui est plus appropriée pour servir de référence à l'entraînement. Le 30-15_{IFT} apparaît comme moins pénible. C'est bien un outil précis et pertinent qui permet d'optimiser le travail de puissance maximale aérobie chez les enfants et adolescents. Enfin, au travers des récentes expériences illustrées ici, nous pouvons avan-

cer qu'une telle approche, innovante et de plus scientifiquement pertinente, a l'avantage de motiver les élèves et les aide ainsi à mieux s'investir dans leur projet de développement cardio-respiratoire.

Martin Buchheit (2)

Maître de conférences, Faculté des Sciences du Sport, Amiens (80). E-mail : mb@martin-buchheit.net

- (1) Une fiche automatisée dans un tableur-téléchargeable sur http://www.martin-buchheit.net- permet de faciliter les calculs
- (2) Docteur en physiologie, l'auteur est également titulaire d'un DESS préparation physique (Strasbourg), d'un DIU « préparateur physique européen » (Lyon-Turin-Macollin), d'un BE handball et est préparateur physique du SC Sélestat handball (L1 masc).

Bibliographie

- [1] Baquet G., Berthoin S., Malatesta D., Millet Gu., Perrey S., Pradet M. et Ratel S., coordonné par Millet Gr., L'endurance. Collection Pour l'action, Ed. Revue EP.S, 2006.
- [2] Baquet G., Van Praagh E., Berthoin S., « Endurance training and aerobic fitness in young people », *Sports Med* 33, 2003.
- [3] Gerbeaux M., Berthoin S., Aptitude et pratique aérobies chez l'enfant et l'adolescent - la préparation physique à l'horizon du XXI^e siècle, PUF, Paris, 1999.
- [4] Ministère de l'Éducation nationale et direction de l'Enseignement supérieur et de la Recherche. Enseigner au collège: Éducation physique et sportive. Programmes et Accompagnement (service national des productions imprimées et numériques), Ed. CNDP, Paris, 2004.

- [5] Armstrong N., Balding J., Gentle P., and Kirby B., « Patterns of physical activity among 11 to 16 years old British children », Bmj 301, 1990.
- [6] Billat V., Physiologie et Méthodologie de l'entraînement. De la théorie à la pratique, Ed. De Boeck, 1998.
- [7] Buchheit M., « Illustration de la programmation du travail de la puissance maximale aérobie à partir d'un test de terrain approprié : le 30-15 Intermittent Fitness Test », Approche du handball, 2005.
- [8] Cooper K.-H., « A means of assessing maximal oxygen intake. Correlation between field and treadmill testing », *Jama* 203, 1968.
- [9] Léger L.-A. and Lambert J., « A maximal multistage 20-m shuttle run test to predict VO₂max », Eur J Appl Physiol Occup Physiol 49, 1982.
- [10] Léger L.-A., Boucher R., « An indirect continuous running multistage field test : the Universite de Montreal track test », Can J Appl Sport Sci 5, 1980.
- [11] Cazorla G., « Test de terrain pour évaluer la capacité aérobie et la vitesse aérobie maximale ». Actes du colloque international de la Guadeloupe, Ed. AREAPS A, 1990.
- [12] Bar-Or O., « The young athlete : some physiological considerations », *J Sports Sci* 13 Spec No: S31-33, 1995.
- [13] Buchheit M., The 30-15 intermittent fitness test: relevance for interval training of intermittent sport players, ECSS proceedings, Belgrade, 2005.

L'auteur tient à adresser ses remerciements à Matthieu Puzenat pour son aide précieuse pour les enregistrements et le traitement des données, à Bruno Boesch (enseignant EPS, 67, et responsable du centre de formation du SC Sélestat handball) pour sa confiance, son engagement et son intérêt dans le projet, à l'ensemble des adolescents pour leur participation.

Références bibliographiques

- Aptitudes et pratiques aérobies chez l'enfant et l'adolescent – la préparation physique à l'horizon de l'an 2000 – M. Gerbeaux et S Berthoin - édition puf
- Conférence sur l'aptitude aérobie en milieu scolaire par S Baquet, S Berthoin et M Gerbeaux – Charleroi 1999
- Test Léger opération clefs pour la forme Adeps
- Travail intermittent dans les sports collectifs par G Cometti

 – Bruxelles 1999
- Jeux et sports collectifs document d'accompagnement au programme d'éducation physique – Fédération de l'Enseignement Secondaire Catholique
- Le 30-15 intermittent fitness test par BUCHHEIT