

LA FILIERE AÉROBIE

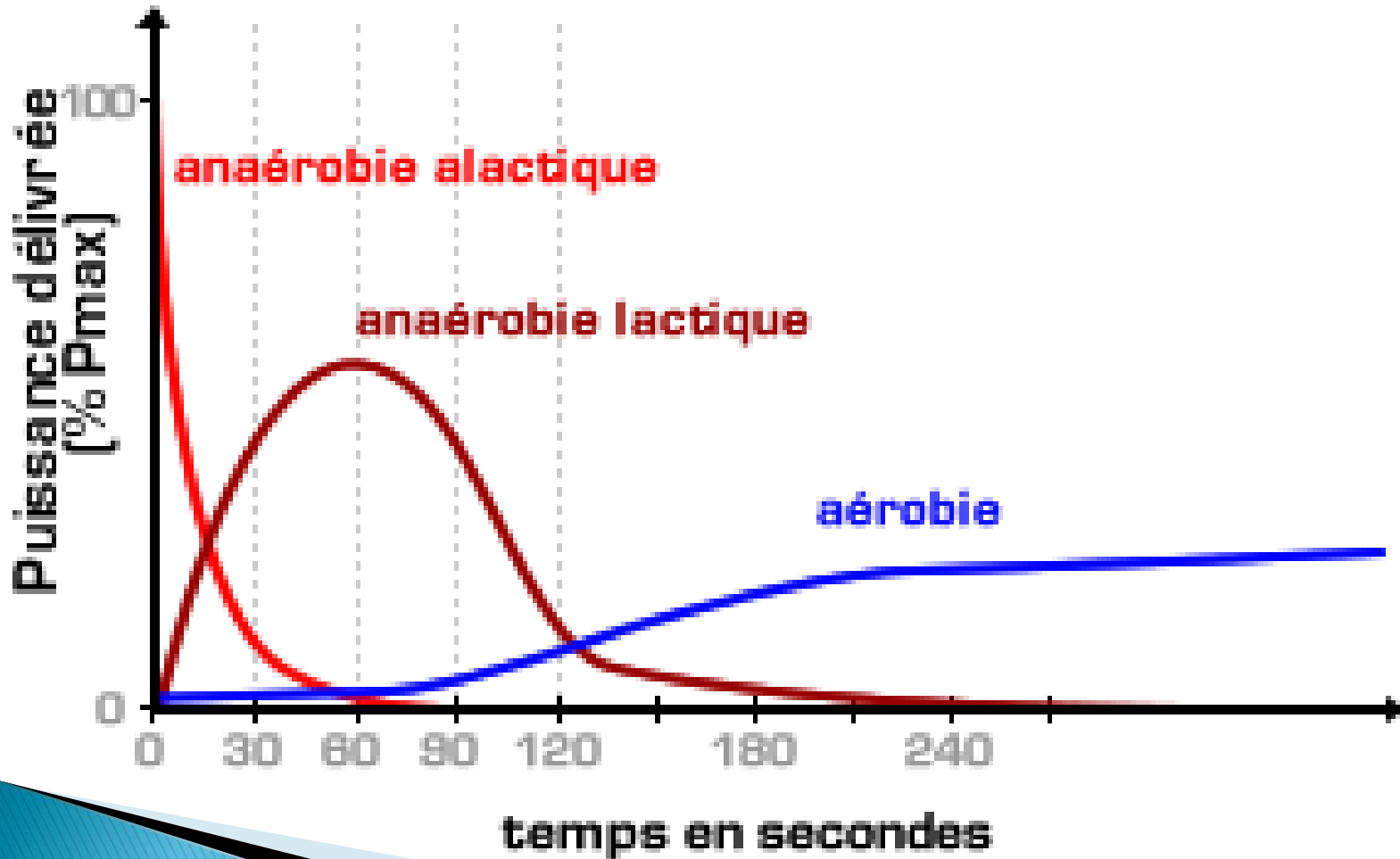
LE JEUNE AURELIEN
CESA 2012

LA FILIERE AÉROBIE MÉCANISMES ET MÉTHODES

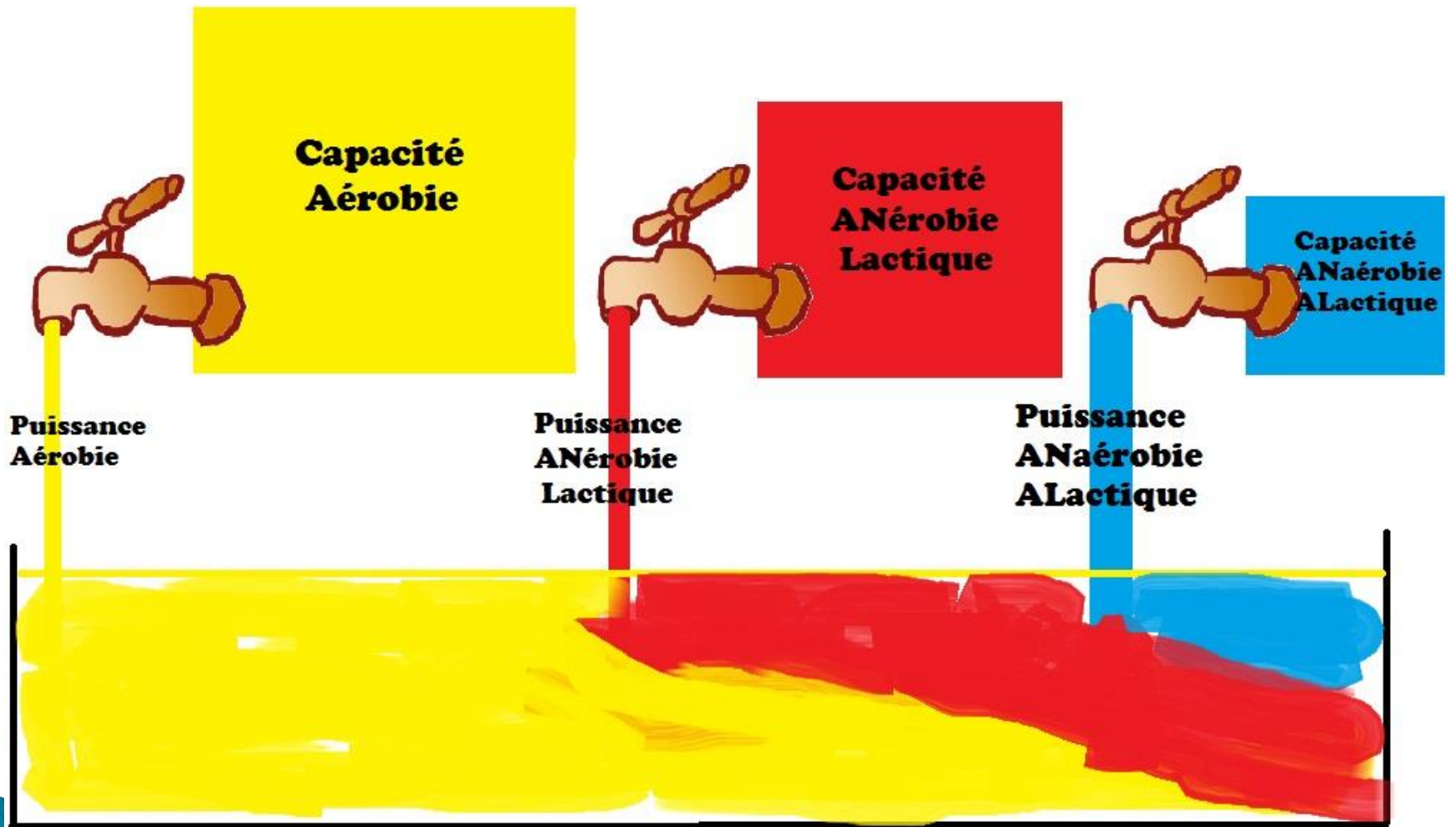
- » Filière principale dispensatrice d'énergie.
Appelé aussi glycolyse aérobie ou système oxydatif.

LA FILIÈRE AÉROBIE

- ▶ Interactions entre les filières énergétiques :



LA FILIÈRE AÉROBIE



LA FILIÈRE AÉROBIE

- ▶ Pour chaque intensité d'exercice, les trois filières sont actives et participent à la resynthèse de l'ATP.
- ▶ La contribution de chacune d'entre-elles varie en fonction de l'intensité.
- ▶ En fonction de l'exercice (intensité, durée)
- ▶ Telle ou telle filière sera majoritairement sollicitée
- ▶ Mais les trois interviendront.

LA FILIÈRE AÉROBIE

- ▶ La filière aérobie représente les gammes d'intensité de travail de développement des qualités "d'endurance".
- ▶ L'endurance représente l'aptitude des systèmes circulatoires, respiratoires et musculaires à favoriser le métabolisme aérobie.

LA FILIÈRE AÉROBIE

- ▶ Elle nécessite un approvisionnement en oxygène
- ▶ Filière de base de notre organisme
- ▶ Fonctionne même au repos
 - En action pour reconstituer l'ATP utilisé par le système musculaire dans le métabolisme de base

LA FILIÈRE AÉROBIE

Cette filière utilise :

- ▶ l'oxygène dans le catabolisme des glucides si l'effort est élevé
- ▶ Les lipides à intensité plus faible
- ▶ Sous conditions des protides

Le but étant la production d'ATP

Glycogène/Lipides + O₂ + ADP + P => ATP + H₂O + CO₂

LA FILIÈRE AÉROBIE

- ▶ L'oxydation des substrats se produit à l'intérieur de la **mitochondrie**.
 - La centrale énergétique de la fibre musculaire

Ce qui aboutit à la production de :

- ▶ **Gaz carbonique,**
- ▶ **D'eau,**
- ▶ **De chaleur,**
- ▶ **Et d'une grande quantité d'énergie**

LA FILIÈRE AÉROBIE

- ▶ Dégradation du glucose effectuée dans la mitochondrie.
- ▶ L'acide pyruvique est transformé et entre dans un cycle de dégradation
- ▶ Aboutissant à la formation de gaz carbonique (CO₂) et d'eau (H₂O).
- ▶ Ce cycle de dégradation se nomme :
 - cycle de KREBS

LA FILIÈRE AÉROBIE

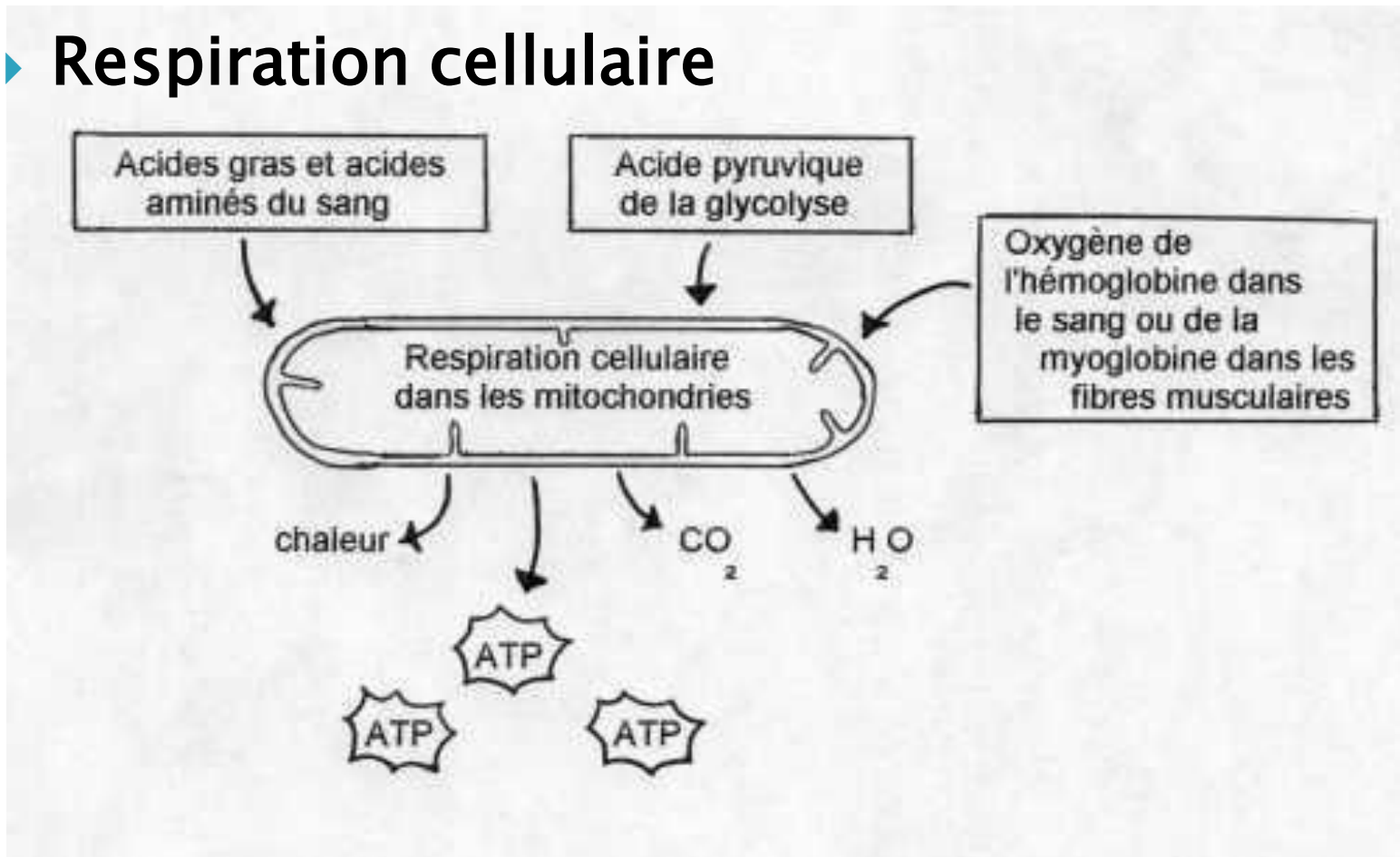
Produit de l'oxydation :

ATP

- ▶ GLUCOSE 38
- ▶ ACIDE GRAS 129

LA FILIÈRE AÉROBIE

▶ Respiration cellulaire



2 cycles de production d'ATP qui se déroulent à l'intérieur de la mitochondrie

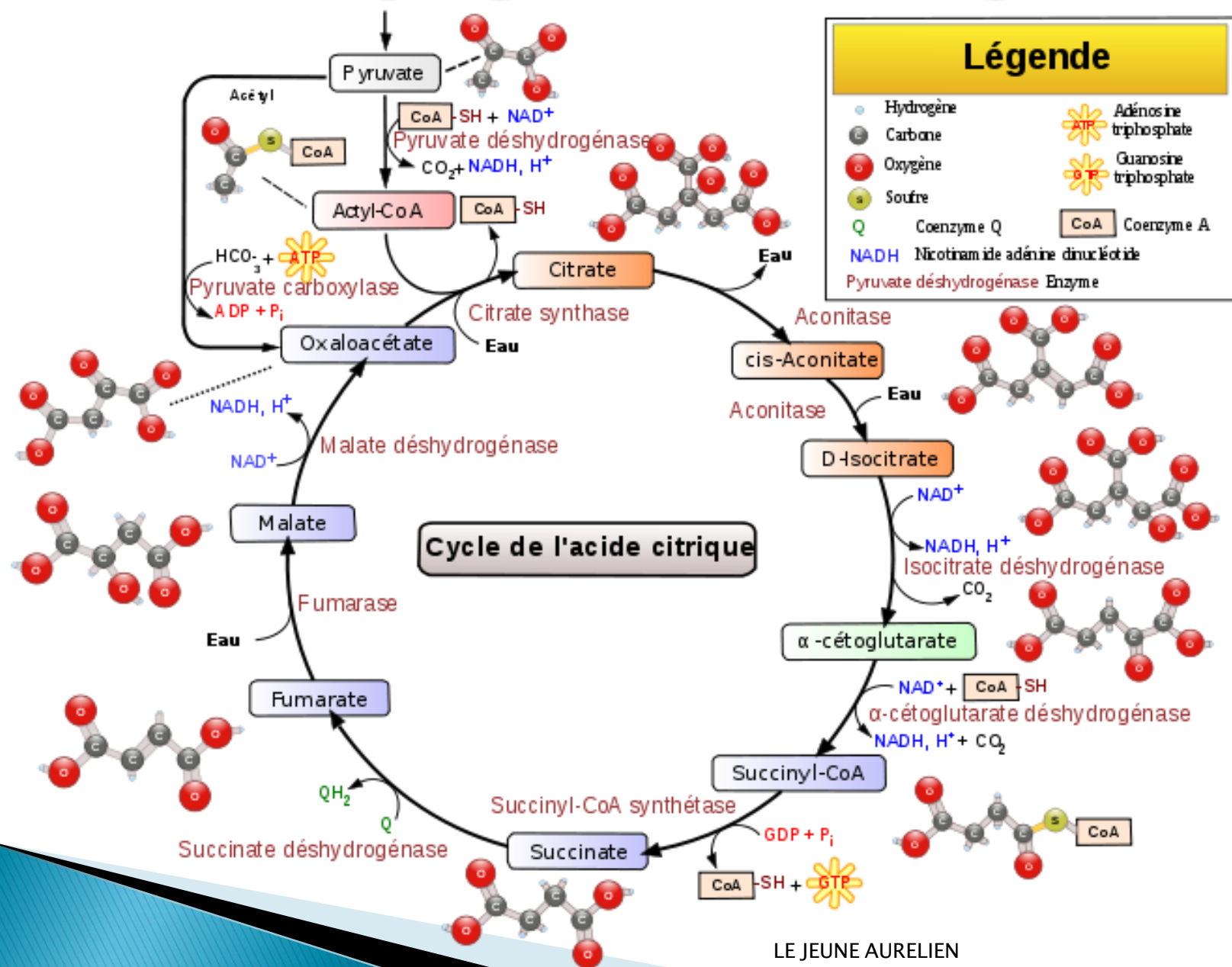
LE CYCLE DE KREBS

- ▶ C'est une série de réactions biochimiques
- ▶ La finalité est de produire (synthétiser) des ATP dans la chaîne respiratoire
- ▶ Point de convergence de plusieurs réactions de catabolismes du métabolisme cellulaire

LE CYCLE DE KREBS

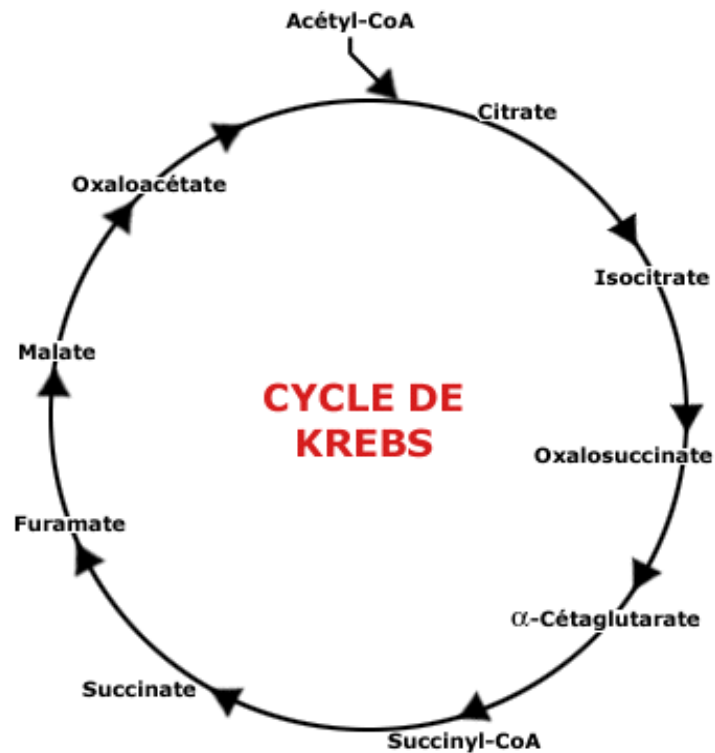
- ▶ C'est le point final et commun du catabolisme des glucides, des lipides et des acides aminés
- ▶ Le cycle de Krebs se déroule dans la matrice mitochondriale.

LE CYCLE DE KREBS



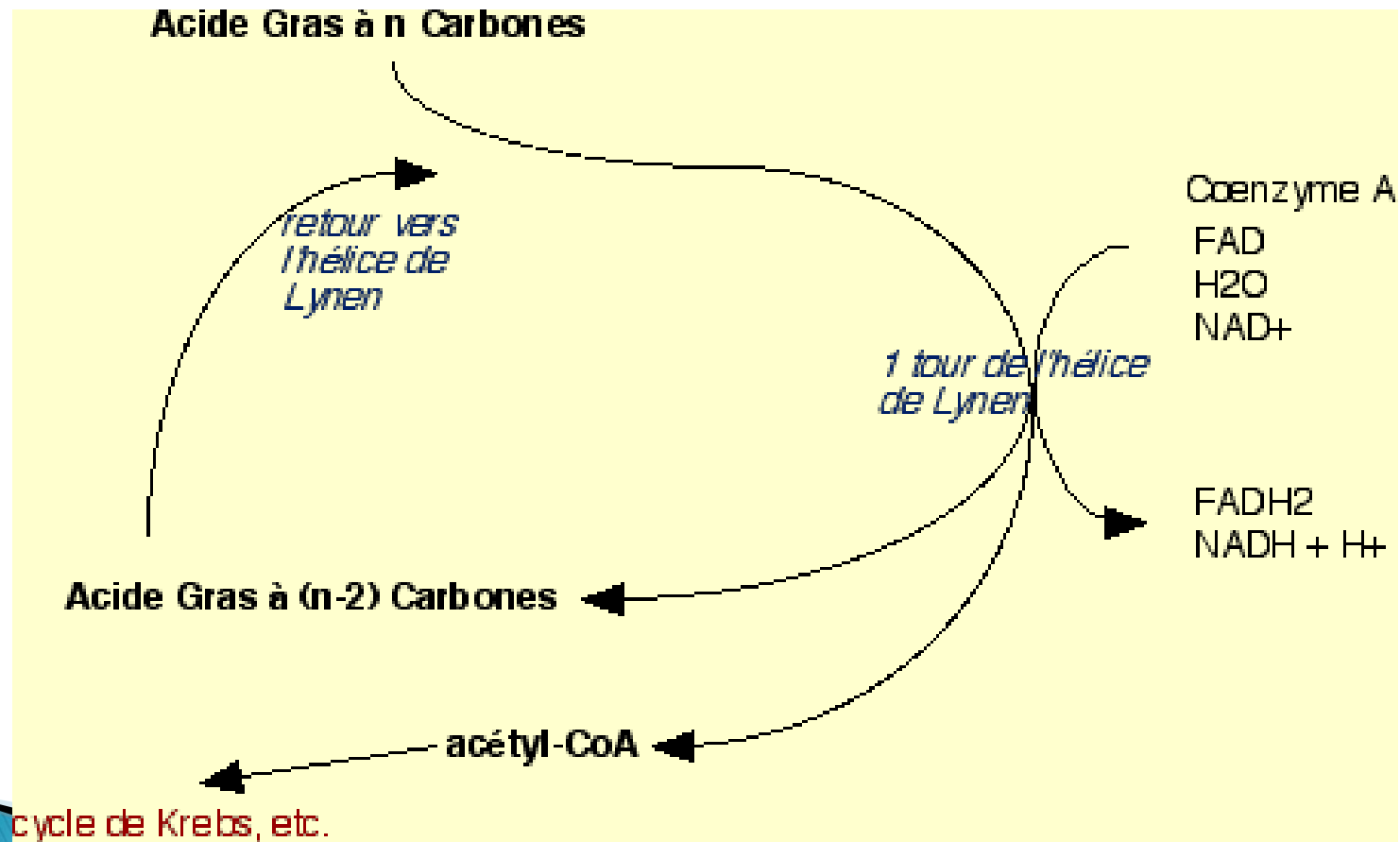
LE CYCLE DE KREBS

- ▶ Le cycle de Krebs est composé de 10 étapes catalysées par huit enzymes différentes.

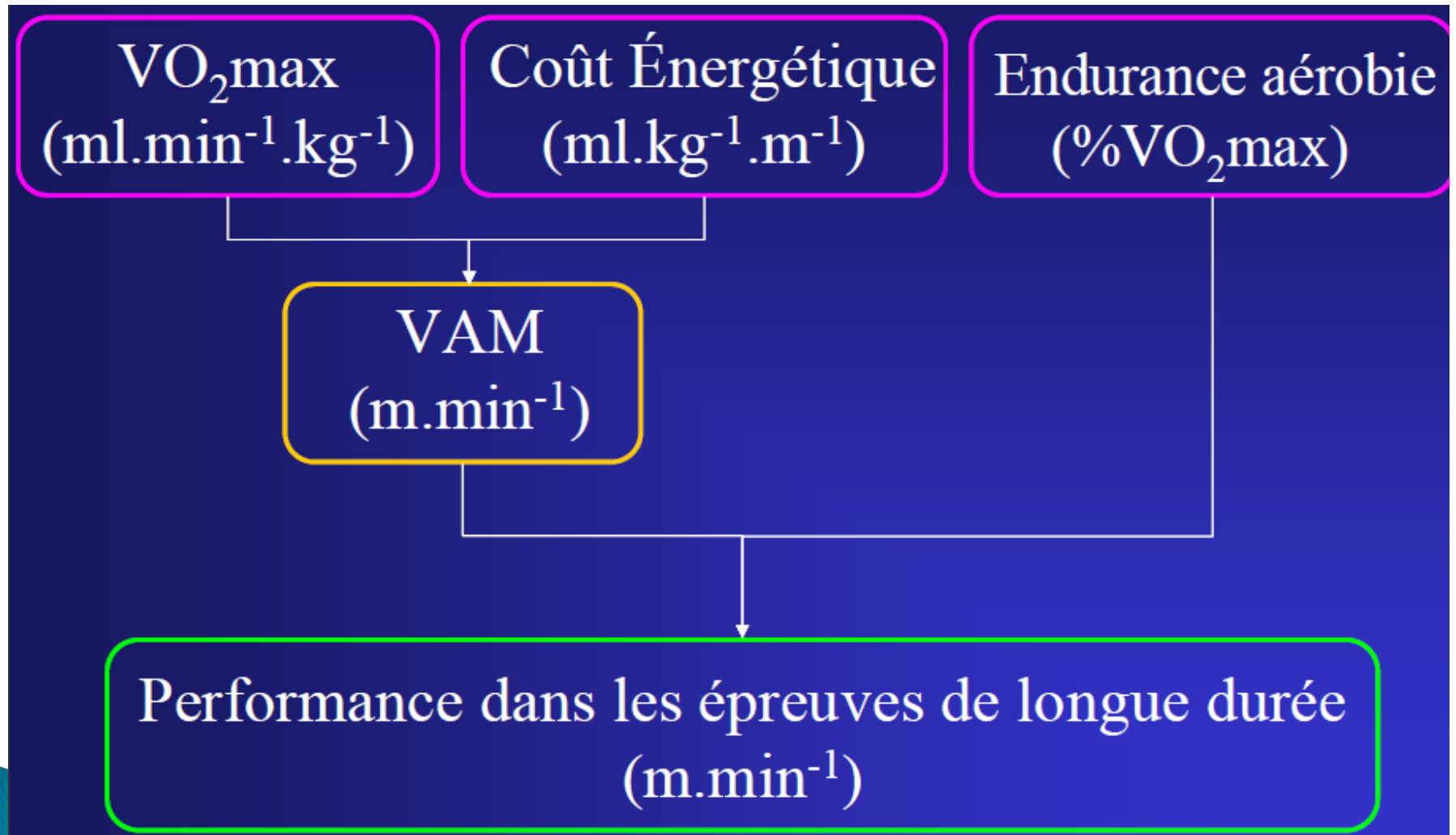


HELICE DE LINEN

- ▶ Sert à produire (synthétiser) de l'ATP à partir d'acide gras



LA FILIÈRE AÉROBIE



LA FILIÈRE AÉROBIE

AVANTAGES

- Très bon rendement énergétique

INCONVÉNIENT

- Lenteur de production d'atp

LA FILIÈRE AEROBIE

Substrats

- Glucose, lipides, protides

Inertie

- 2 à 4 minutes

Production d'ATP

- 38 (glucose)

Produit final du catabolisme

- H₂O et dioxyde de carbone CO₂

Puissance maximale de la filière

- Fonction de la VO₂max, PMA et VMA

Capacité

- à puissance maximale : 5 à 12 minutes
- à puissance minimale : Environ 15 minutes

Facteurs limitant

- **Puissance :**
Activité enzymatique et apport en oxygène
- **Capacité :**
Dérèglement général de l'organisme (élévation de la température par exemple)

LA FILIÈRE AÉROBIE

Récupération :

- ▶ Consiste surtout en la reconstitution des stocks de glycogène
- ▶ De 12 à 72 heures
 - Varie selon la durée et l'intensité de l'effort et le niveau d'entraînement

SEUIL ANAÉROBIE

- ▶ Le seuil anaérobie est le point à partir duquel le mode d'oxygénation change.
- ▶ c'est-à-dire qu'à ce niveau d'intensité, la filière anaérobie lactique commence à entrer dans la production d'énergie. Il est étroitement lié à la VMA (environ 85 % de celle-ci). Le recours au seuil anaérobie est plus précis pour des efforts de l'ordre de l'heure (contre-la-montre cycliste, semi-marathon).
- ▶ La notion de seuil anaérobie est cependant sujette à controverse. Possédant différentes définitions (Seuil ventilatoire, Seuil lactate), sa détermination est également parfois difficile.

VO2 max

VO2max.

- ▶ La VO2 max est la consommation maximale d'oxygène.
- ▶ La VO2 Max. d'un individu est le volume maximal d'oxygène qu'il peut consommer par unité de temps lors d'un exercice intense pour le conduire jusqu'à l'épuisement.

VO2 max

- ▶ S'exprime en litres par minute (L/mn) ou millilitres par minute et par kilogrammes de masse corporelle (ml/mn/kg).
- ▶ Le VO2max. est le facteur de la performance des activités aérobies qui a le plus d'importance.

VO2 max

Les tests pour obtenir la VO2 max :

- ▶ Test de Cooper
- ▶ Test navette (test léger)
- ▶ Léger-Boucher (adaptation sur une piste jalonnée de plots du test navette)
- ▶ VAM Eval (Cazorla et Léger)
- ▶ Test progressif maximal par paliers derrière cycliste (Brue)
- ▶ Train maximal imposé (Gacon)
- ▶ Control Aerobic Training (Chanon et Stephan)
- ▶ Déclinaisons du cooper: demi cooper (6 minutes)

LA FILIÈRE AÉROBIE

- ▶ Développer l'endurance, c'est aussi bien développer la faculté de soutenir plus longtemps un effort d'intensité inchangée, que la faculté de produire un effort d'intensité supérieure pendant une durée identique.

LA FILIÈRE AÉROBIE

Définition :

▶ Endurance

- L'endurance est la capacité de maintenir longtemps un pourcentage élevé de sa puissance maximale aérobie (PMA).

LA FILIÈRE AÉROBIE

- ▶ la capacité c'est la quantité totale d'énergie qui est disponible.
- ▶ la puissance c'est la quantité d'énergie consommée par unité de temps.

LA FILIÈRE AÉROBIE

Puissance maximale aérobie (PMA)

- ▶ Une puissance, c'est un débit d'énergie.
- ▶ Son unité conventionnelle est le watt.
- ▶ C'est la traduction objective et opérationnelle de la VO₂max en puissance.
- ▶ La PMA est donc, la puissance développée par minute au cours d'un effort qui sollicite une consommation d'oxygène égale à son VO₂max.

PMA

- ▶ Ce paramètre est très utilisé en cyclisme car la VMA est un critère qui dépend de la vitesse de déplacement donc du terrain ainsi que du vent, et on ne peut pas l'utiliser en pratique. On utilise la PMA, mesurée avec un capteur de puissance

LA FILIÈRE AÉROBIE

Puissance maximale aérobie (PMA)

homme non sportif

- 45 ml/min/kg soit environ 3 W/kg

femme non sportive

- 35 ml/min/kg soit environ 2,5 W/kg

homme haut niveau

- 80–90 ml/min/kg soit environ 6 W/kg soit environ

femme haut niveau

- 60–70 ml/min/kg soit environ 5 W/kg

LA FILIÈRE AÉROBIE

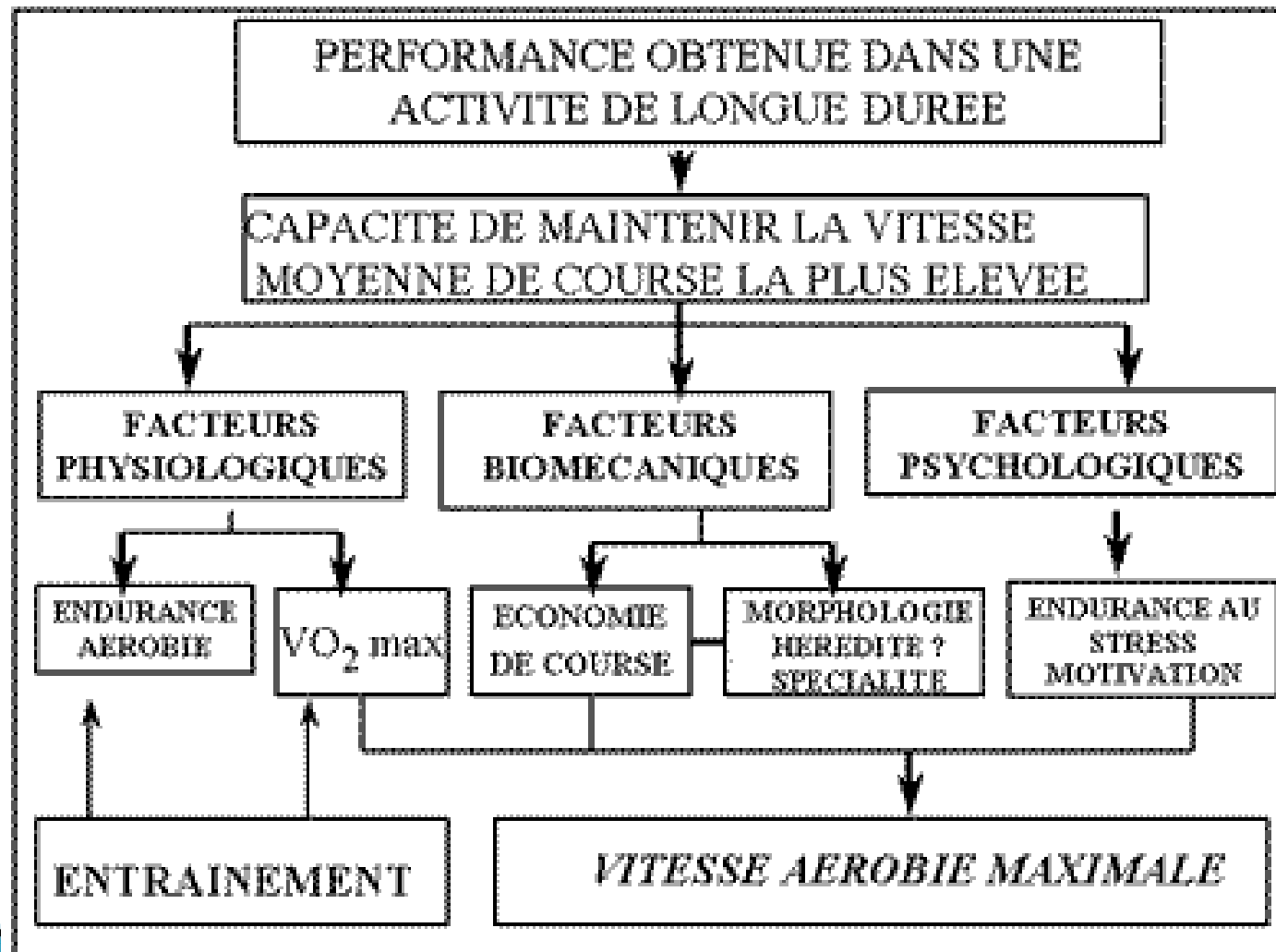
Vitesse maximale aérobie ou VMA

- ▶ C'est la vitesse de déplacement qui correspond à la consommation d'oxygène maximale ou puissance maximale aérobie.
- ▶ Il est intéressant de faire la correspondance entre fréquence cardiaque et pourcentage de VMA.
- ▶ La VMA est l'allure caractéristique du 2000m.
- ▶ C'est un indice pédagogique.

VMA

- ▶ En deçà de cette limite, la consommation d'oxygène croît avec l'intensité de l'effort et la plupart de l'énergie provient du métabolisme aérobie.
- ▶ Au-delà, la consommation d'oxygène reste constante et la puissance supplémentaire est assurée par la filière anaérobie lactique

LA FILIÈRE AÉROBIE



LA FILIÈRE AÉROBIE

CAPACITÉ AÉROBIE

PUISSANCE AÉROBIE

CAPACITÉ AÉROBIE

INTERVAL TRAINING

MÉTHODE CONTINUE SIMPLE

MÉTHODE CONTINUE FARTLEK

L'INTERVAL TRAINING

DIVISER LE TEMPS OU LA DISTANCE EN PLUSIEURS BLOCS

INTENSITÉ : 55%-75% VMA/PMA

DURÉE : 5'-30'

EX: 5X10' -70%VMA -r=3'

MÉTHODE CONTINUE SIMPLE

EFFORTS CONTINUS, INTENSITÉ CONSTANTE

INTENSITÉ : 55%–75% VMA/PMA

DURÉE : 20' et plus ...

EX: 45' à 60% VMA sur terrain plat

MÉTHODE CONTINUE FARTLEK RELIEF

EFFORTS CONTINUS , VITESSE CONSTANTE ALORS QUE LE TERRAIN OU RESISTANCE CHANGE PAR INTERVAL

INTENSITÉ : 55%-75% VMA/PMA

DURÉE : 20' et plus ...

EX : 45'-60% VMA -sur terrain vallonné ou en forêt ...

MÉTHODE CONTINUE FARTLEK VITESSE

EFFORTS CONTINUS AVEC CHANGEMENT D'INTENSITÉ

INTENSITÉ : 55% à 75% VMA/PMA

DURÉE : 20' et plus

EX : 45' variation de 5'/5' à 60%/70% VMA

PUISSANCE AÉROBIE

MÉTHODE INTERVAL TRAINING

MÉTHODE CONTINUE FARTLEK

MÉTHODE INTERMITTENTE

MÉTHODE INTERVAL TRAINING

DIVISER LE TEMPS OU LA DISTANCE EN PLUSIEURS BLOCS

INTENSITÉ : 75%–110% VMA/PMA

DURÉE : 1'–20'

BLOCS: 2 minimum

EX: 6X8' à 85%VMA Récup=3'

MÉTHODE CONTINUE FARTLEK VITESSE

EFFORTS CONTINUS AVEC CHANGEMENT D'INTENSITÉ

INTENSITÉ : 65%–95% VMA/PMA

DURÉE : 20' et plus

FORME : 1'/1' – 2'/2' – 3'/3' – 2'/3'...

EX : 2X20' variation 2'/2' à 65%/85% VMA R=3'

FARTLEK court, moyen ou long

MÉTHODE INTERMITTENTE

EFFORTS COURTS MAIS INTENSES, ENTRECOURPÉS DE RÉCUPÉRATION ACTIVE OU PASSIVE

INTENSITÉ : 90%–140% VMA/PMA

DURÉE : 6' à 12'

BLOCS: 2–8

FORME : 10"/10" – 15"/15" – 30"/30" – 1'/1' – 5"/25" ...

EX : 3X 7' en 15"/15" à 110%/120% Récup passive = 3'



Annexe »

La filière aérobie

VO2max

Calcul de la VO2 max théorique:

- ▶ La formule de Léger et Mercier relie la VO₂max et la VMA d'un coureur en supposant une technique de course idéale.
 - **$VMA = VO_2max / 3,5$**
 - **$VO_2Max = 3,5 \times VMA$**
- ▶ Avec le test de Cooper
 - **$VO_2max (ml/kg/min) = [distance (en mètres) - 505] / 45$**

TESTS VMA

Test	Allure	Course	Vitesse initiale	Paliers (durée ou distance)	Incrément de vitesse	Estimation de la VMA
<u>Luc-Léger</u>	progressive	continue	VMA - 4 km/h	1 min	0,5 km/h	vitesse du dernier palier réalisé
<u>Léger-Boucher</u>	progressive	continue	8 km/h	2 min	1 km/h	vitesse dernier palier réalisé +0,5 km/h pour un palier réalisé aux 2/3
<u>Conconi</u>	progressive	continue	8 km/h	200 m	0,5 km/h	vitesse des 1200 derniers mètres
<u>Léger</u>	progressive	aller-retours (20 m)	VMA - 4 km/h	1 min	0,5 km/h	fonction affine de la vitesse du dernier palier
<u>G.Gacon 45-15</u>	progressive	intervalles 45 s-15 s	8 km/h	1 min	0,5 km/h	vitesse du dernier palier réalisé
<u>demi-Cooper</u>	constante	continue	VMA	6 min	—	vitesse moyenne
<u>VAMEVAL</u>	progressive	continue	8 km/h	1 min	0,5 km/h	vitesse du dernier palier réalisé

TEST de COOPER

Estimation de votre VO2 max

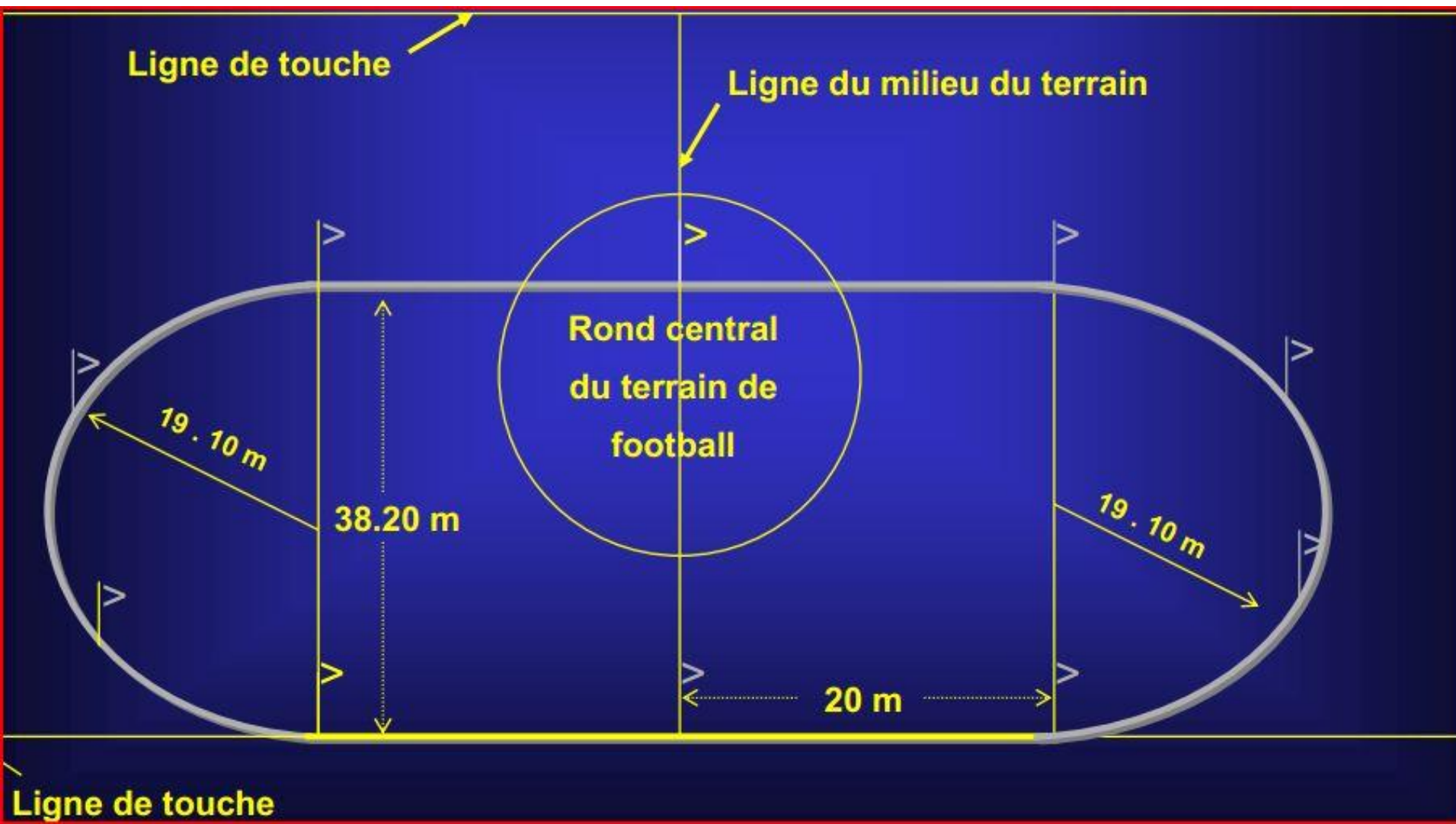
Utiliser une piste de 400 m

Parcourir la plus grande distance possible en 12 minutes

Analyse

<i>distance en mètres</i>	Homme	Femme	Homme	Femme	Homme	Femme	Homme	Femme	Homme	Femme	Homme	Femme
Forme physique	13 à 19 ans		20 à 29 ans		30 à 39 ans		40 à 49 ans		50 à 59 ans		plus de 60 ans	
Très mauvaise	< 2100	<1600	<1950	<1550	<1900	<1500	<1850	<1400	<1650	<1350	<1400	<1250
Mauvaise	< 2200	<1900	<2100	<1800	<2100	<1700	<2000	<1600	<1850	<1500	<1650	<1400
Moyenne	<2500	<2100	<2400	<1950	<2350	<1900	<2250	<1800	<2100	<1700	<1950	<1600
Bonne	<2750	<2300	<2650	<2150	<2500	<2100	<2500	<2000	<2300	<1900	<2150	<1750
Très bonne	<3000	<2450	<2850	<2350	<2700	<2250	<2650	<2100	<2550	<2100	<2500	<1900
Excellente	> 3000	>2450	>2850	>2350	>2750	>2250	>2650	>2150	>2550	>2100	>2500	>1900

Tableau des résultats au test de Cooper



Paliers	Durée	Vitesses correspondantes (en km/h)	Vitesses en m/min	VO extrapolées en fonction de l'âge (ml/min/kg)			
				12 ans	14 ans	16 ans	18 et +
1	0	8	133.3	33.3	32.1	30.9	29.8
2	1	8.5	141.7	35.3	34.0	32.8	31.5
3	2	9	150.0	37.2	35.9	34.6	33.3
4	3	9.5	158.3	39.2	37.8	36.4	35.0
5	4	10	166.7	41.2	39.7	38.2	36.8
6	5	10.5	175.0	43.1	41.6	40.0	38.5
7	6	11	183.3	45.1	43.5	41.9	40.3
8	7	11.5	191.7	47.0	45.4	43.7	42.0
9	8	12	200.0	49.0	47.3	45.5	43.8
10	9	12.5	208.3	51.0	49.1	47.3	45.5
11	10	13	216.7	52.9	51.0	49.1	47.3
12	11	13.5	225.0	54.9	52.9	51.0	49.0
13	12	14	233.3	56.8	54.8	52.8	50.8
14	13	14.5	241.7	58.8	56.7	54.6	52.5
15	14	15	250.0	60.8	58.6	56.4	54.3
16	15	15.5	258.3	62.7	60.5	58.2	56.0
17	16	16	266.7	64.7	62.4	60.1	57.8
18	17	16.5	275.0	66.6	64.3	61.9	59.5
19	18	17	283.3	68.6	66.2	63.7	61.3
20	19	17.5	291.7	70.6	68.0	65.5	63.0
21	20	18	300.0	72.5	69.9	67.3	64.8
22	21	18.5	308.3	74.5	71.8	69.2	66.5
23	22	19	316.7	76.4	73.7	71.0	68.3
24	23	19.5	325.0	78.4	75.6	72.8	70.0
25	24	20	333.3	80.4	77.5	74.6	71.8

VMA (km/h)	Allure spécifique 10km (90%)			Temps sur 10 km	Allure spécifique semi (85%)			Temps sur semi	Allure marathon (80%)	Temps sur marathon	Endurance (70%)
	1000 m	2000 m	3000m	10000 m	2000 m	3000 m	5000 m	21100 m	1000 m	42195 m	1000 m
24,0	2'47"	5'33"	8'20"	0:27:47	5'53"	8'49"	14'42"	01:02:04	3'08"	02:11:53	3'34"
23,5	2'50"	5'40"	8'31"	0:28:22	6'00"	9'01"	15'01"	01:03:23	3'11"	02:14:41	3'39"
23,0	2'54"	5'48"	8'42"	0:28:59	6'08"	9'12"	15'21"	01:04:45	3'16"	02:17:37	3'44"
22,5	2'58"	5'56"	8'53"	0:29:38	6'16"	9'25"	15'41"	01:06:12	3'20"	02:20:40	3'49"
22,0	3'02"	6'04"	9'05"	0:30:18	6'25"	9'38"	16'03"	01:07:42	3'25"	02:23:52	3'54"
21,5	3'06"	6'12"	9'18"	0:31:00	6'34"	9'51"	16'25"	01:09:16	3'29"	02:27:13	3'59"
21,0	3'10"	6'21"	9'31"	0:31:45	6'43"	10'05"	16'48"	01:10:55	3'34"	02:30:43	4'05"
20,5	3'15"	6'30"	9'45"	0:32:31	6'53"	10'20"	17'13"	01:12:39	3'40"	02:34:23	4'11"
20,0	3'20"	6'40"	10'00"	0:33:20	7'04"	10'35"	17'39"	01:14:28	3'45"	02:38:15	4'17"
19,5	3'25"	6'50"	10'15"	0:34:11	7'14"	10'52"	18'06"	01:16:23	3'51"	02:42:18	4'24"
19,0	3'31"	7'01"	10'32"	0:35:05	7'26"	11'09"	18'35"	01:18:23	3'57"	02:46:35	4'31"
18,5	3'36"	7'12"	10'49"	0:36:02	7'38"	11'27"	19'05"	01:20:31	4'03"	02:51:05	4'38"
18,0	3'42"	7'24"	11'07"	0:37:02	7'51"	11'46"	19'36"	01:22:45	4'10"	02:55:50	4'46"
17,5	3'49"	7'37"	11'26"	0:38:06	8'04"	12'06"	20'10"	01:25:07	4'17"	03:00:51	4'54"
17,0	3'55"	7'51"	11'46"	0:39:13	8'18"	12'27"	20'46"	01:27:37	4'25"	03:06:11	5'03"
16,5	4'02"	8'05"	12'07"	0:40:24	8'33"	12'50"	21'23"	01:30:16	4'33"	03:11:49	5'12"
16,0	4'10"	8'20"	12'30"	0:41:40	8'49"	13'14"	22'04"	01:33:05	4'41"	03:17:49	5'21"
15,5	4'18"	8'36"	12'54"	0:43:01	9'06"	13'40"	22'46"	01:36:05	4'50"	03:24:12	5'32"
15,0	4'27"	8'53"	13'20"	0:44:27	9'25"	14'07"	23'32"	01:39:18	5'00"	03:31:00	5'43"
14,5	4'36"	9'12"	13'48"	0:45:59	9'44"	14'36"	24'20"	01:42:43	5'10"	03:38:17	5'55"
14,0	4'46"	9'31"	14'17"	0:47:37	10'05"	15'08"	25'13"	01:46:23	5'21"	03:46:04	6'07"
13,5	4'56"	9'53"	14'49"	0:49:23	10'27"	15'41"	26'09"	01:50:20	5'33"	03:54:27	6'21"
13,0	5'08"	10'15"	15'23"	0:51:17	10'52"	16'17"	27'09"	01:54:34	5'46"	04:03:28	6'36"
12,5	5'20"	10'40"	16'00"	0:53:20	11'18"	16'56"	28'14"	01:59:09	6'00"	04:13:12	6'51"
12,0	5'33"	11'07"	16'40"	0:55:33	11'46"	17'39"	29'25"	02:04:07	6'15"	04:23:45	7'09"
11,5	5'48"	11'36"	17'23"	0:57:58	12'17"	18'25"	30'41"	02:09:31	6'31"	04:35:13	7'27"
11,0	6'04"	12'07"	18'11"	1:00:36	12'50"	19'15"	32'05"	02:15:24	6'49"	04:47:44	7'48"
10,5	6'21"	12'42"	19'03"	1:03:30	13'27"	20'10"	33'37"	02:21:51	7'09"	05:01:26	8'10"
10,0	6'40"	13'20"	20'00"	1:06:40	14'07"	21'11"	35'18"	02:28:56	7'30"	05:16:30	8'34"
9,5	7'01"	14'02"	21'03"	1:10:11	14'52"	22'17"	37'09"	02:36:47	7'54"	05:33:09	9'01"
9,0	7'24"	14'49"	22'13"	1:14:04	15'41"	23'32"	39'13"	02:45:29	8'20"	05:51:40	9'31"
8,5	7'51"	15'41"	23'32"	1:18:26	16'37"	24'55"	41'31"	02:55:13	8'49"	06:12:21	10'05"