



Le football au féminin

Lamia Ben Ezzeddine – Boussaidi
Maitre de conférences (HDR)



Palmarès de la Coupe du monde de football féminin

N°	Édition	Nation hôte	Vainqueur	Score	Finaliste	Troisième place	Quatrième place	Participants
1 ^{re}	1991	Chine	 États-Unis	2-1	 Norvège	 Suède	 Allemagne	12
2 ^e	1995	Suède	 Norvège	2-0	 Allemagne	 États-Unis	 Chine	12
3 ^e	1999	États-Unis	 États-Unis (2)	0-0 ap, 5-4 tab	 Chine	 Brésil	 Norvège	16
4 ^e	2003	États-Unis (2)	 Allemagne	2-1 ap	 Suède	 États-Unis	 Canada	16
5 ^e	2007	Chine (2)	 Allemagne (2)	2-0	 Brésil	 États-Unis	 Norvège	16
6 ^e	2011	Allemagne	 Japon	2-2 ap, 3-1 tab	 États-Unis	 Suède	 France	16
7 ^e	2015	Canada	 États-Unis (3)	5-2	 Japon	 Angleterre	 Allemagne	24
8 ^e	2019	France		-				24

Le football féminin ne doit pas être "un miroir de la performance masculine au football".

Castellano



La durée des matchs aux championnats du monde 2011

I – Observation et analyse des exigences physiques, et physiologique du match

II – Appréciation les qualités physiques des footballeuses

III – Spécificités des blessures chez les footballeuses

IV – Un peu de physiologie pour mieux comprendre



**Observation et analyse des exigences
physiques, du match**

La durée des matchs aux championnats du monde 2011

La durée moyenne des matches: entre 92 et 95 minutes avec le temps additionnel (sans les prolongations).

le temps de jeu effectif moyen: 57 min 27, supérieur à celui de la CMF en Chine 2007 (53 min 40) et même à celui de la CMF en Afrique du Sud 2010 (54 min 04).

Il y a une différence entre la phase groupe (56 min 56) et le tour final (plus de 60 min).

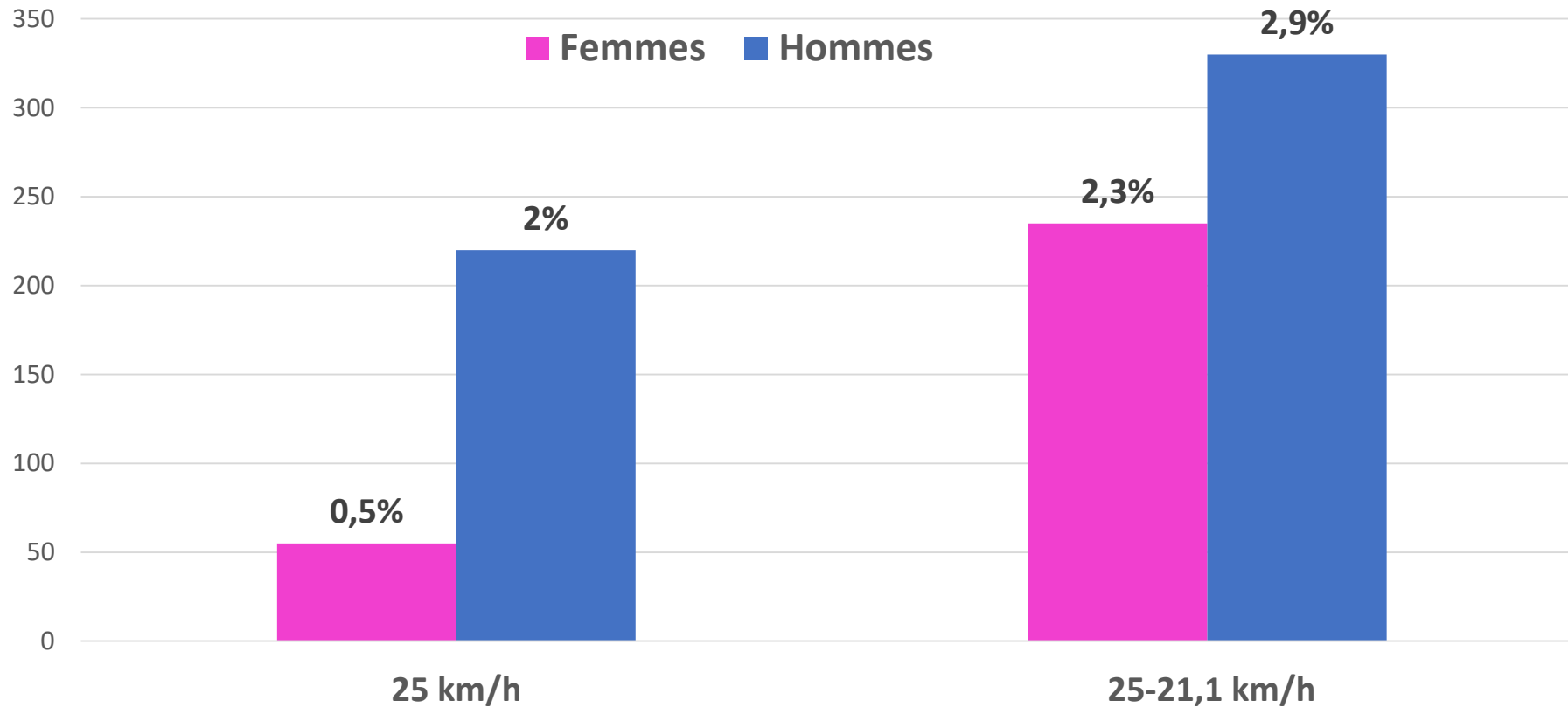
Les modalités de déplacements au cours d'un match

Hommes (Di Salvo & all, 2008)		Femmes (Mohr, Krustup & all, 2008)	
Marche et petite foulée	<7.2km/h	Marche et petite foulée	<6.0km/h
Jogging	<14.4km/h	Jogging	<12.0km/h
Course modérée	<19.7km/h	Course modérée	>15 à 18.0km/h
Course intensive	>19.8/h à 25km/h	Course intensive	>18.1 à 25km/h
Sprint	>25.1km/h	Sprint	>25.1km/h

Etude FIFA 2011	
1) Course à faible intensité jusqu'à 12km/h	
2) Course modérée	>12.1 à 18km/h
3) Course intensive	>18.1 à 21km/h
4) Sprint optimal	>21.1 à 25km/h
5) Sprint maximal	>25.1km/h

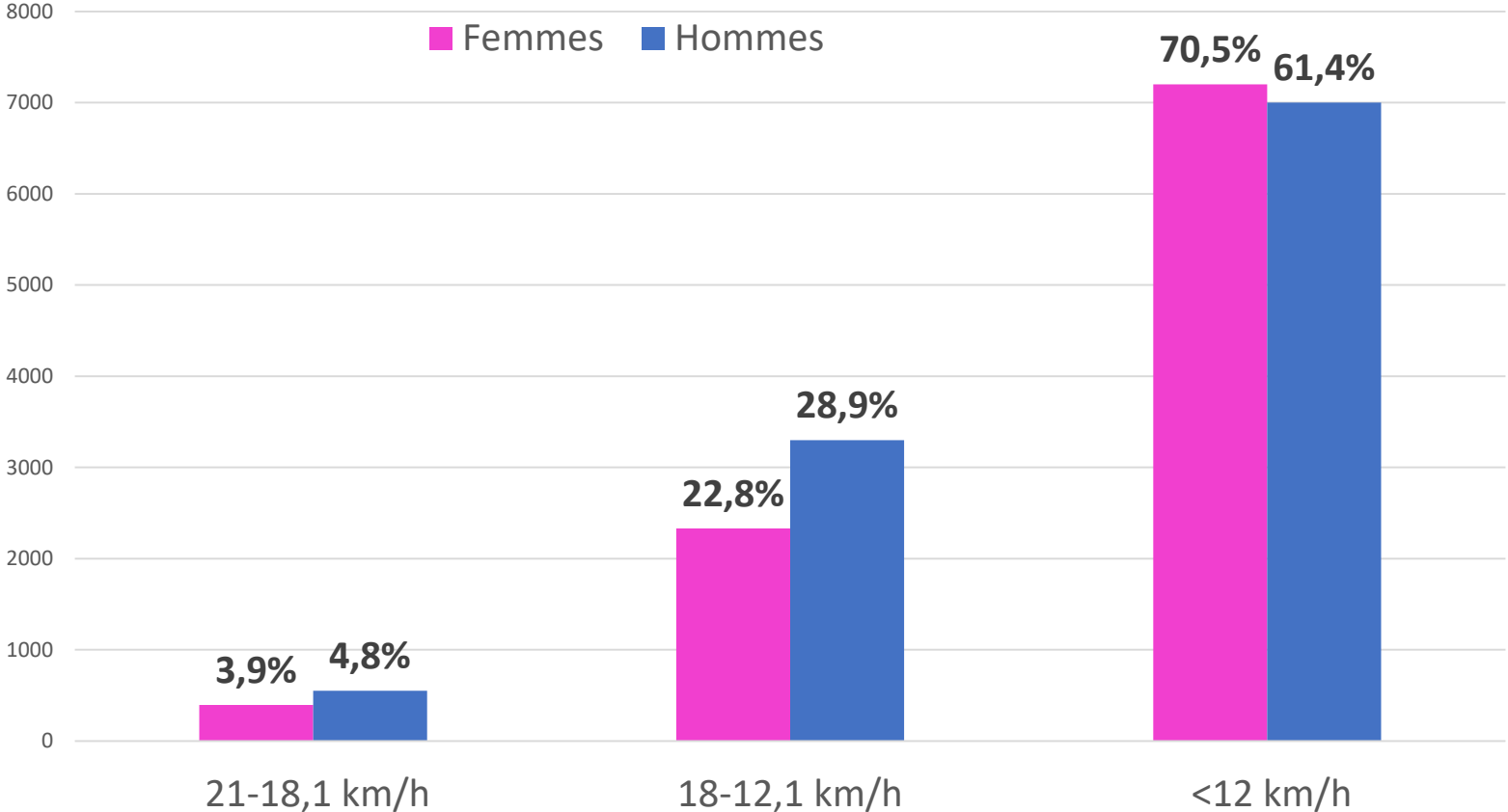
Analyse des distances en cours de match

		Femmes	Hommes
vitesse	distace globale	10215	11400
25 km/h	Sprint maxima	55	220
	%	0,50%	2,00%
21,1-25 km/h	Sprint optimal	235	330
	%	2,30%	2,90%
18,1-21 km/h	Course intensiv	395	550
	%	3,90%	4,80%
12,1-18 km/h	Course modéré	2330	3300
	%	22,80%	28,90%
<12 km/h	Faible intensite	7200	7000
	%	70,50%	61,40%

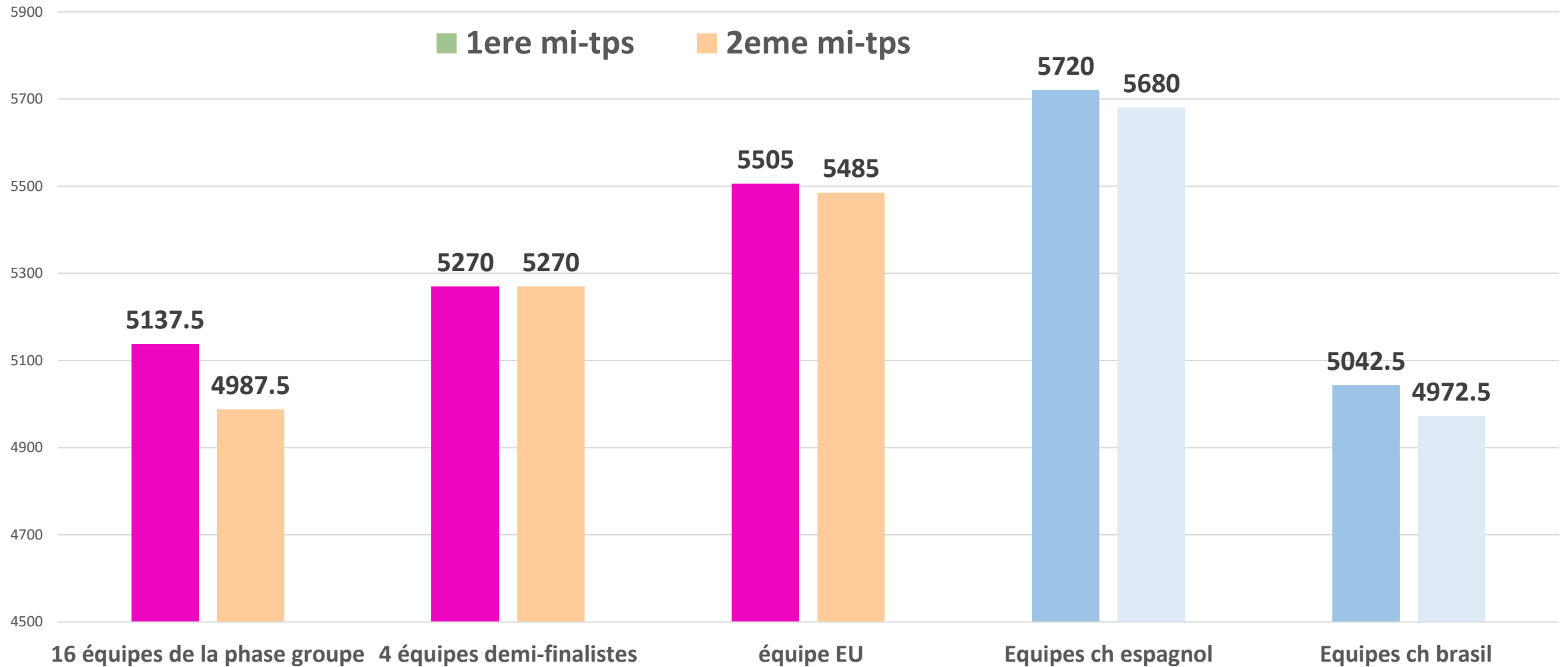


La différence observée au niveau du pourcentage en sprint maximal peut aussi s'expliquer par le fait que la vitesse maximale des hommes est calculée à partir d'une vitesse de 24 km/h contre les 25 km/h de notre étude.

Les 93,3% (♂) et les 90,1% (♀) en course modérée et de faible intensité témoignent d'un relatif équilibre des performances à ce rythme entre femmes et hommes.



Graphique comparatif de la distance totale parcourue en match (globale et par mi-temps) entre les équipes de la Coupe du Monde Féminine 2011 phase de groupes) et des équipes masculines



Analyse de la distance du sprint et de la course intense

Analyse des sprints (maximal et optimal) parcourus par les équipes pendant la phase de groupes avec nombre et distance de sprints par match (en mètres)

En moyenne la distance parcourue en sprint maximal ($>25\text{km/h}$) est de **55 m** à raison de **4 sprints** d'une distance de **13,7m**

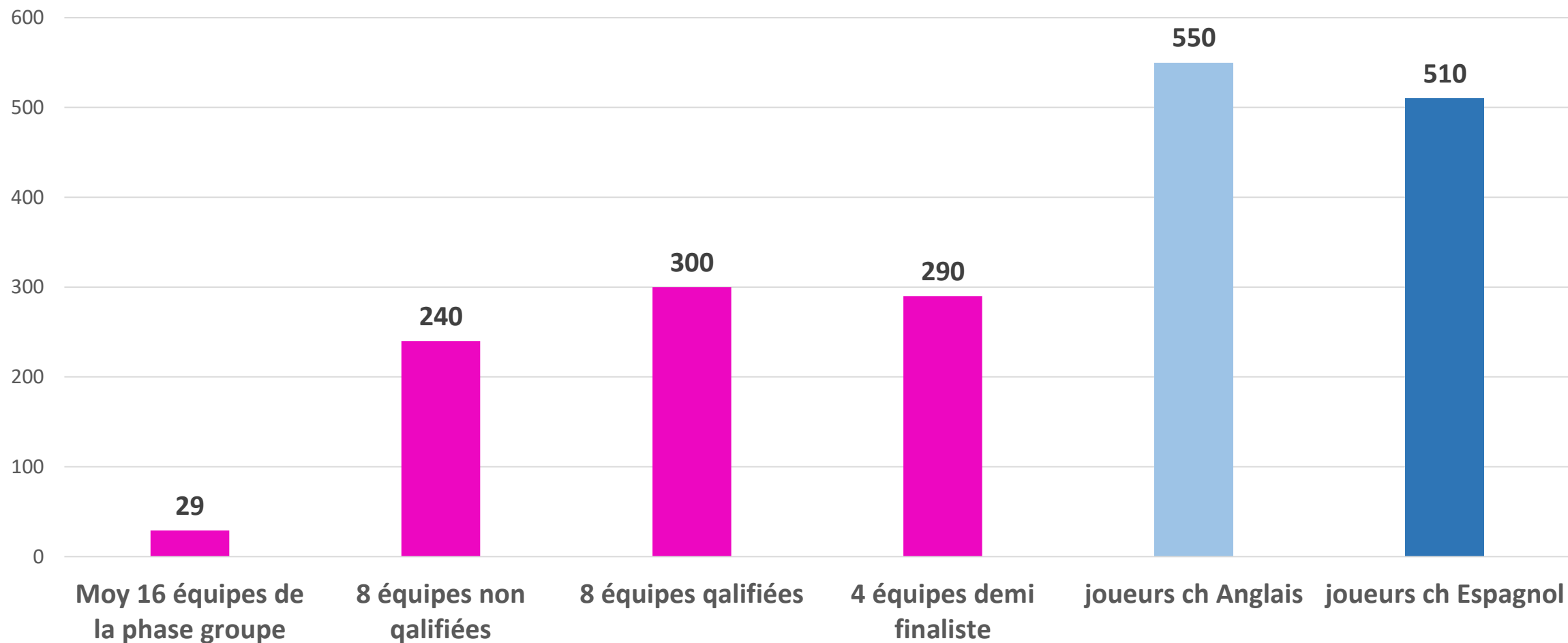
Au sprint optimal ($25-21,1\text{ km/h}$) la distance parcourue est de **235 m** à raison de **16 sprints** d'une distance de **14,3m**

➔ au total **20 sprints** sont faits d'une distance moyenne **de 14m** d'une vitesse sup à $21,1\text{km/h}$.

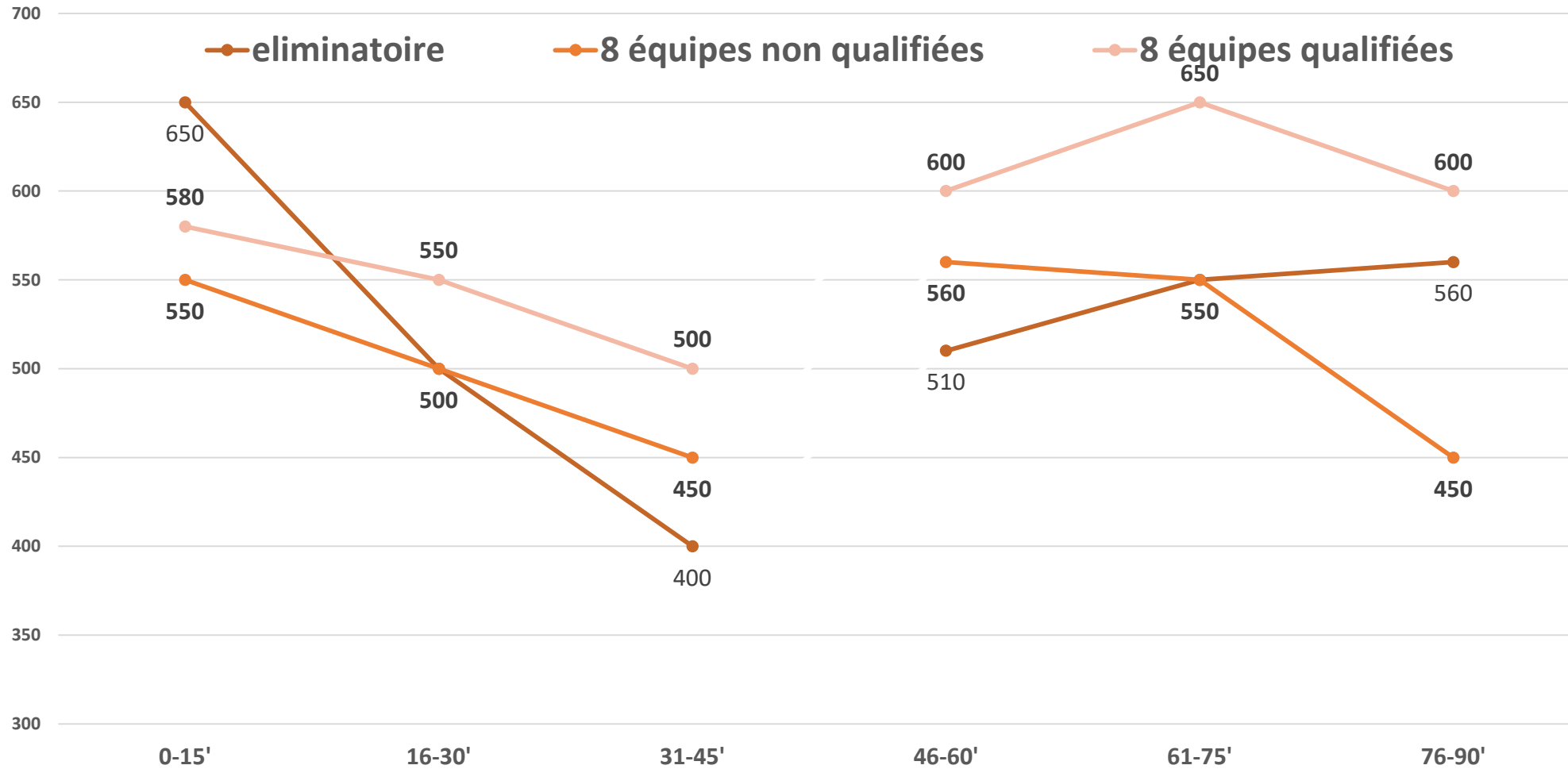


Alors que la moyenne de la distance parcourue en sprint chez les hommes est entre **450 et 700m** par match .

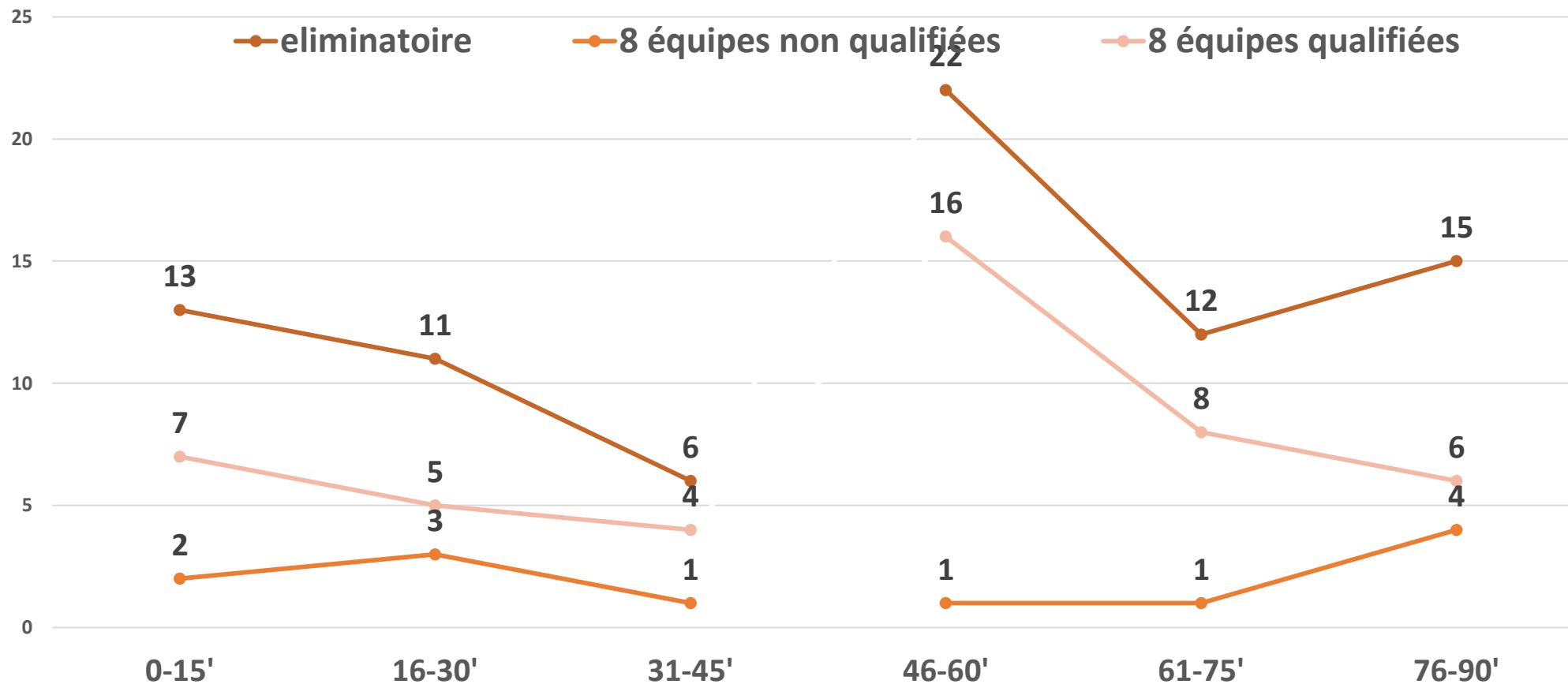
comparatif des sprints cumulés (maximaux et optimaux 21,1 > 25 km/h) parcourus en match entre les équipes féminines d'Allemagne 2011 et des joueurs professionnels masculins anglais et espagnols



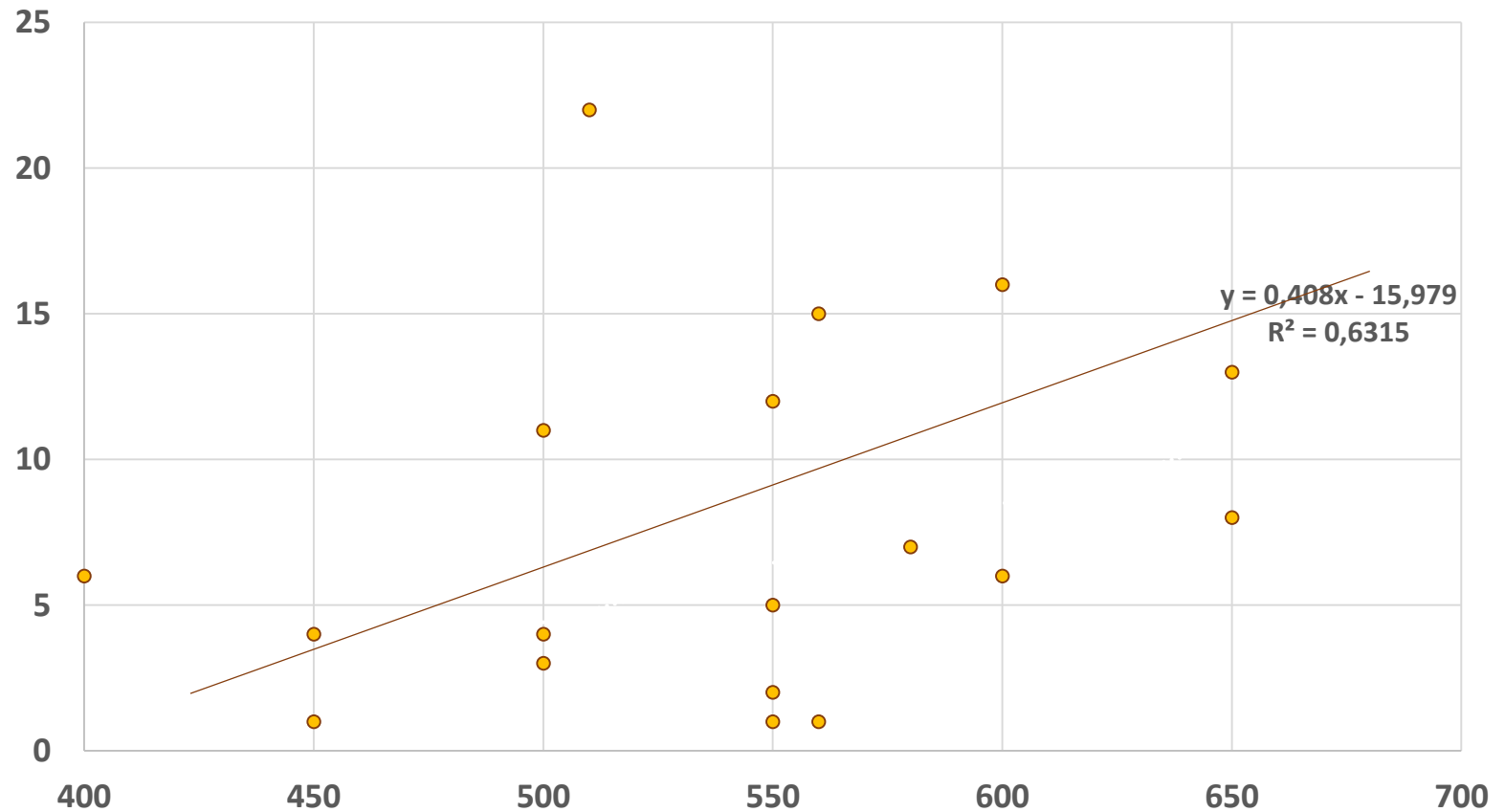
Distances parcourues au cours du match



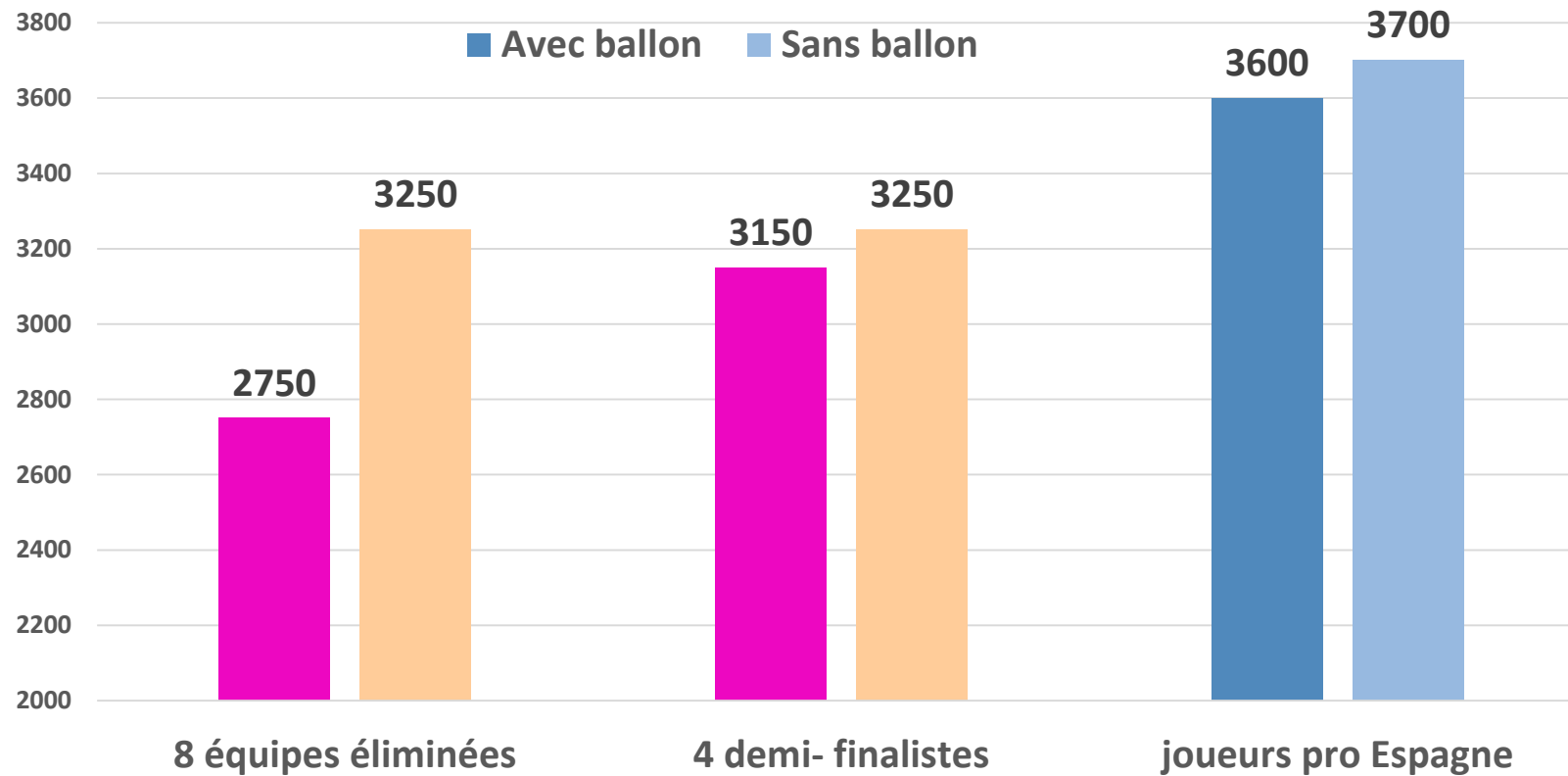
Buts marqués au cours du match



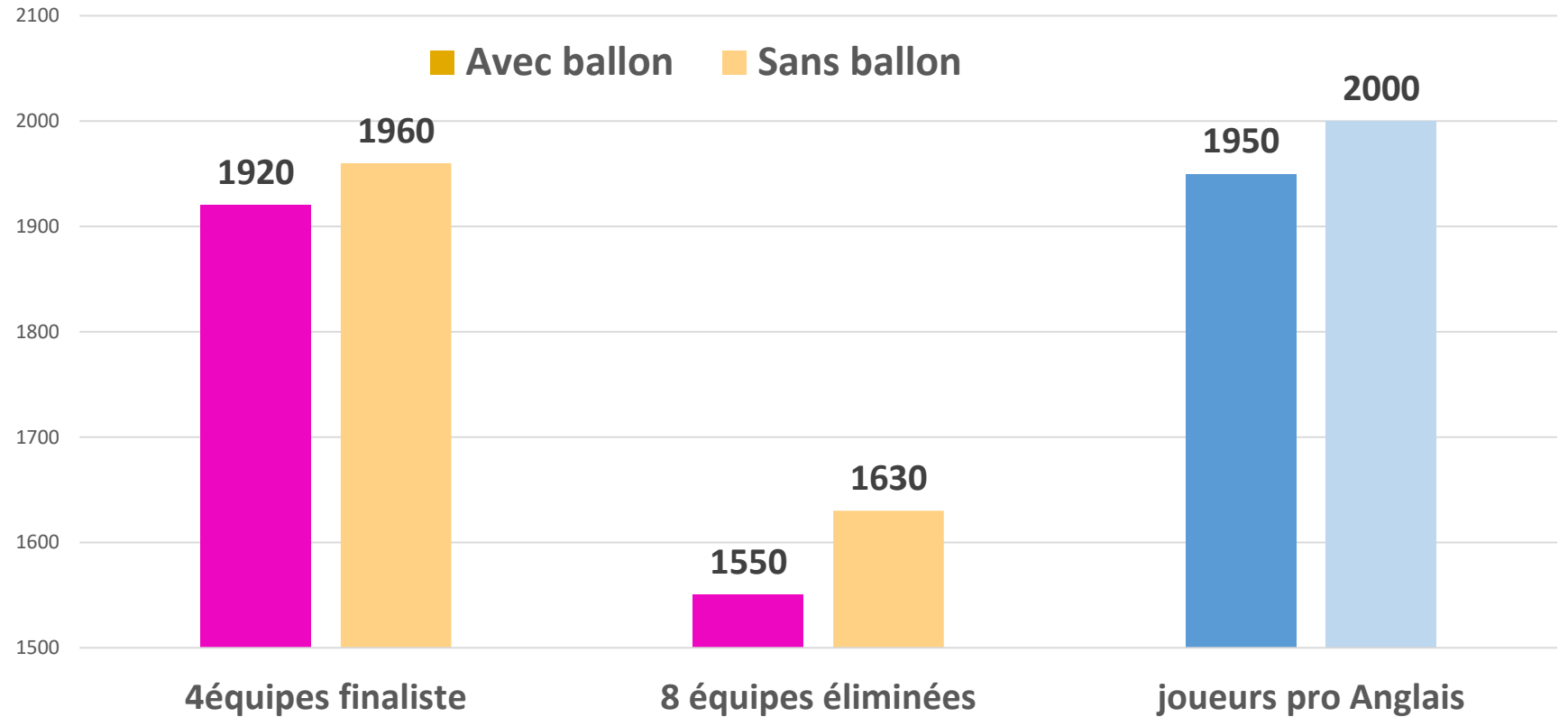
Corrélations distances parcourues (en sprints maximal et optimal) et buts marqués au cours du match



Distance totale parcourue avec et sans ballon au cour d'un match (Différence entre femme et homme)



Distance en sprints (maximaux et optimaux) parcourue avec et sans ballon au cour d'un match (différence entre femme et homme)

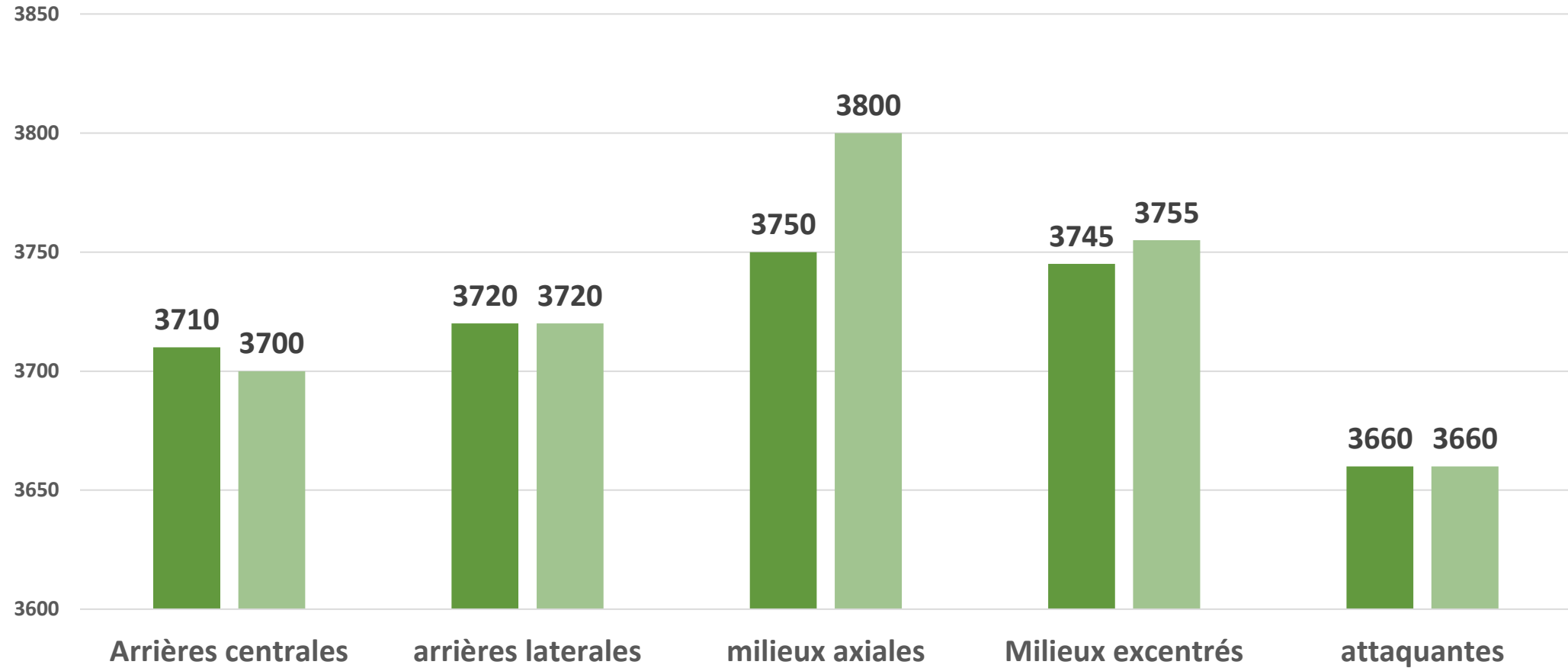


Analyse des distances globales en vitesse modérées parcourues par postes au cours d'un match

	Distance totale			<12 km/h			12,1-18 km/h			Vitesse Moy
	total	1 ^{er} mi-tps	2 ^{eme} mi-tps	total	1 ^{er} mi-tps	2 ^{eme} mi-tps	total	1 ^{er} mi-tps	2 ^{eme} mi-tps	
Arrières centrales	10160	5120	5,04	7410	3710	3700	2230	1190	1040	14,3
arrières latérales	10850	5460	5390	7440	3720	3720	2600	1330	1270	14,4
milieux axiales	11350	5720	5630	7550	3750	3800	3130	635	1495	14,3
Milieux excentrées	11280	5700	5580	7500	3745	3755	2835	1450	1385	14,4
attaquantes	10460	5270	5190	7320	3660	3660	2190	1135	1055	14,5

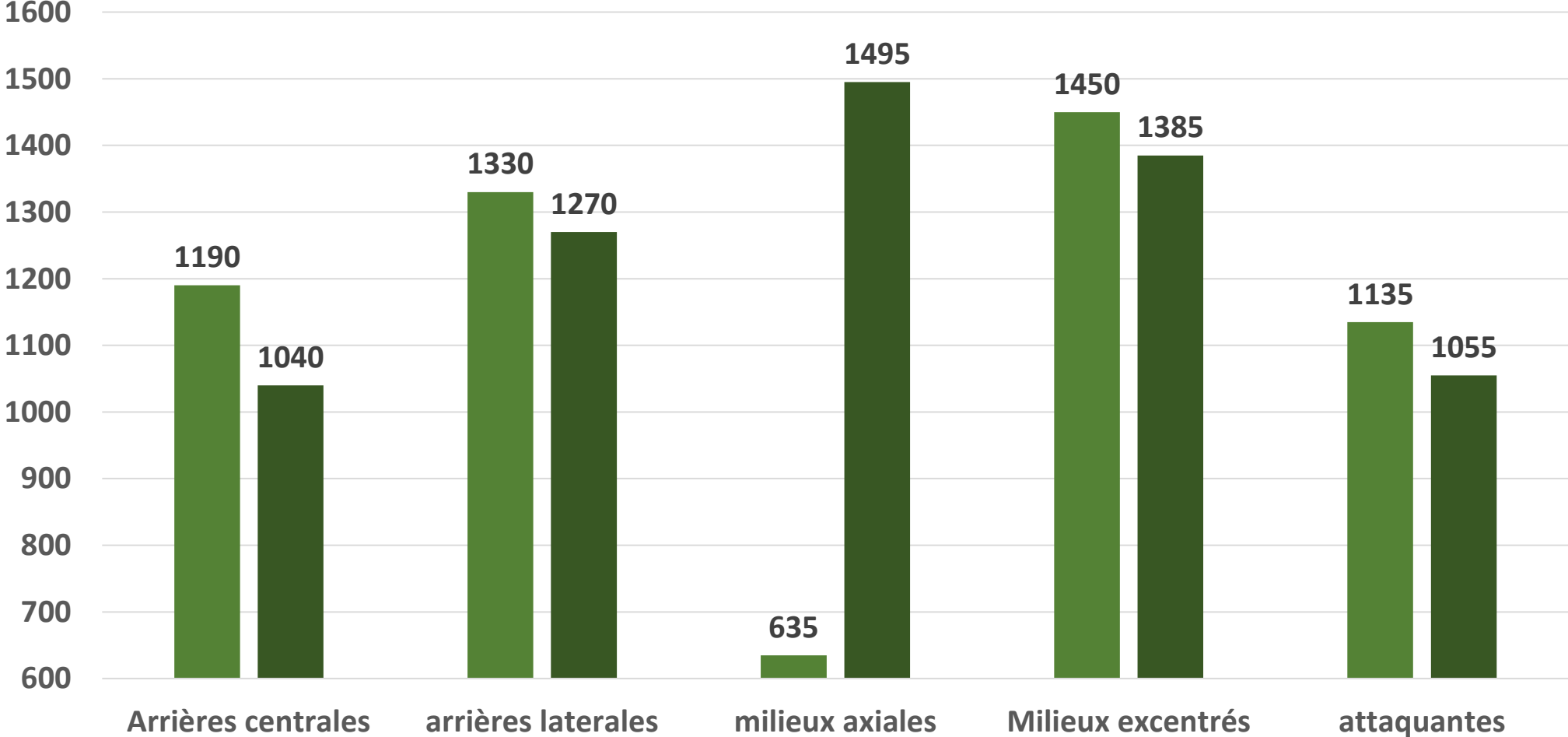
<12 km/h

■ 1er mi-tps ■ 2eme mi-tps



12,1-18km/h

■ 1er mi-tps ■ 2eme mi-tps

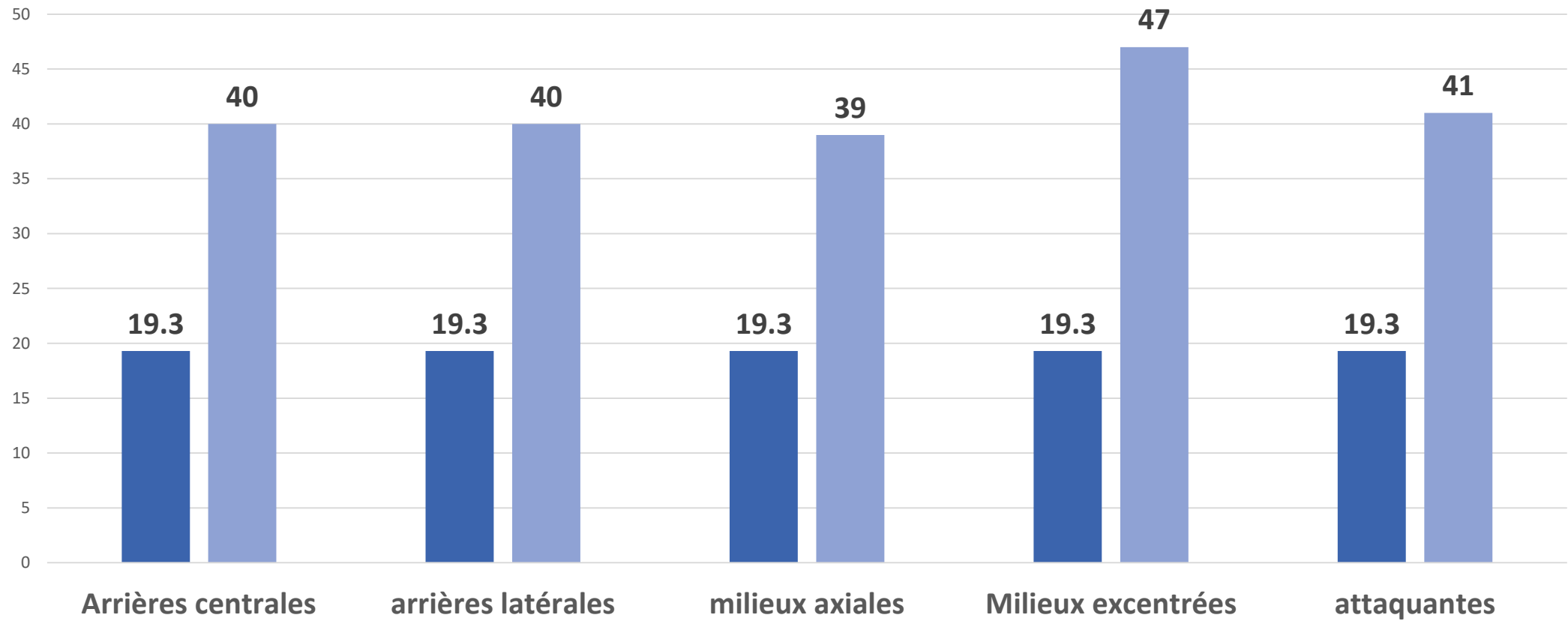


Analyse des distances globales parcourues par poste au cours d'un match

	18,1-21 km/h			21,1-25 km/h			25 km/h			Recup entre sprint
	total	moy vit	nb sprint	total	moy vit	nb sprint	total	moy vit	nb sprint	
Arrières centrales	335	19,3	40	210	22,2	18	50	25,5	3	5,3
arrières laterales	460	19,3	40	280	22,2	18	100	25,7	4	3,4
milieux axiales	440	19,3	39	205	22,2	13	80	25,7	3	5,45
Milieux excentrés	540	19,3	47	330	22,2	23	110	25,8	4	5,4
attaquants	465	19,3	41	360	22,1	23	125	25,5	6	3,4

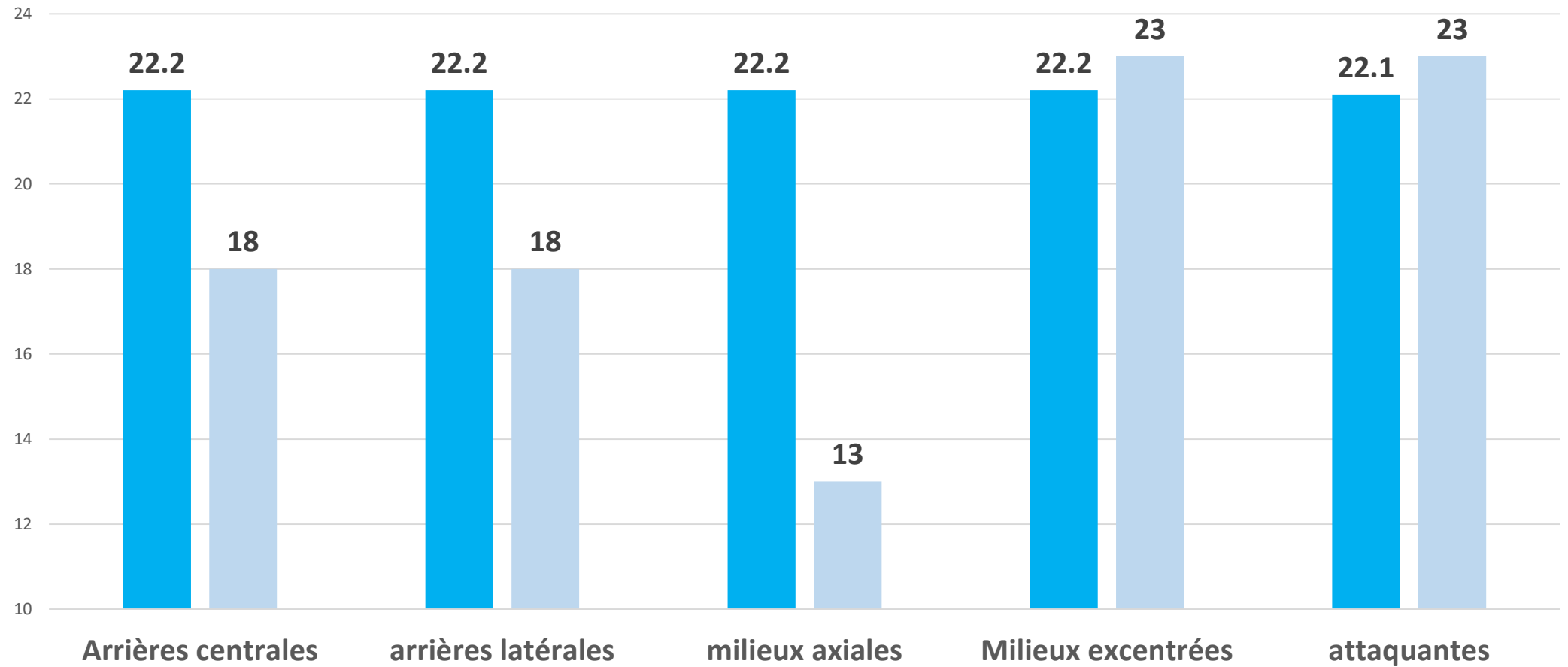
18,1-21km/h

■ moy vit (m/s) ■ nb sprint



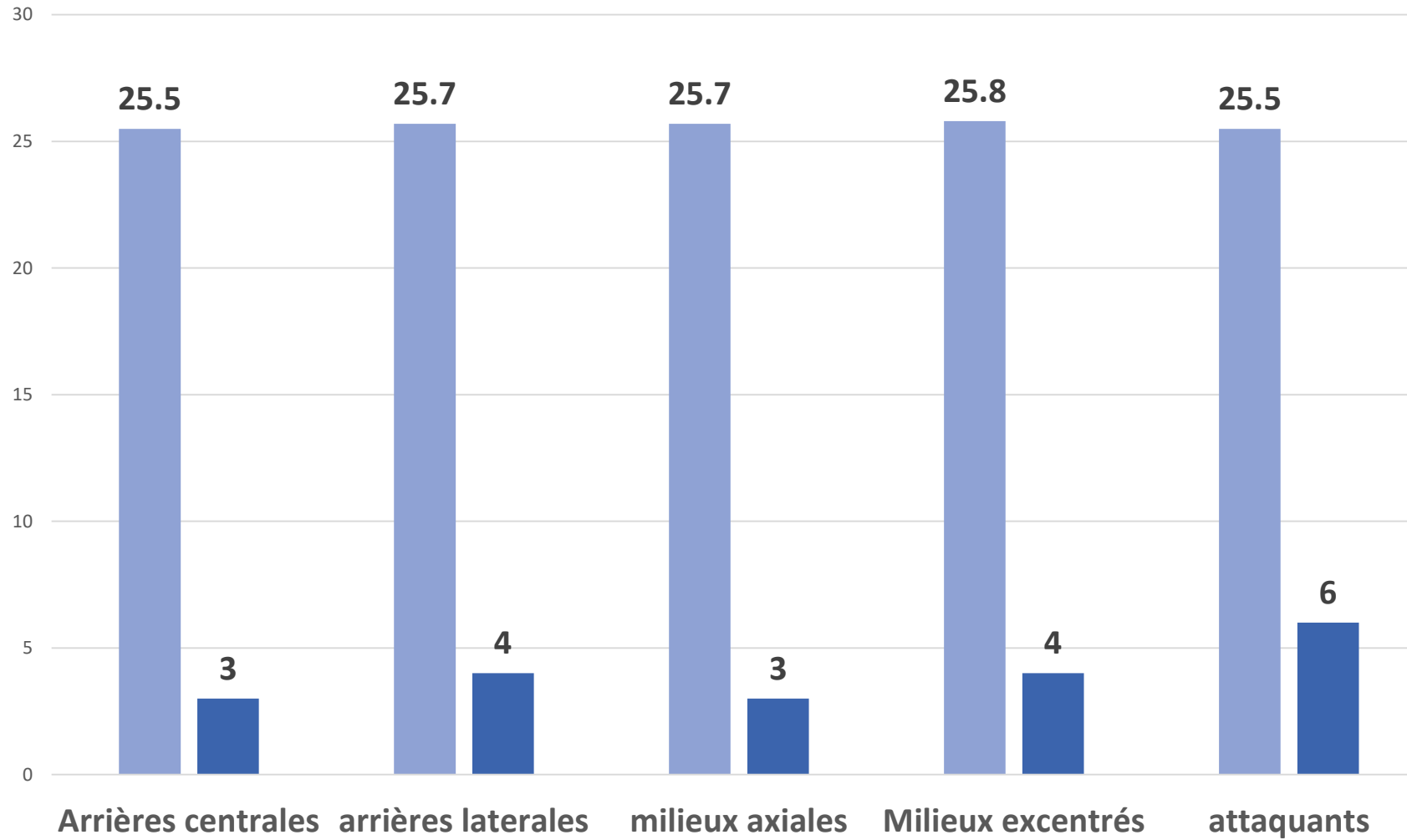
21,1-25km/h

■ moy vit (m/s) ■ nb sprint

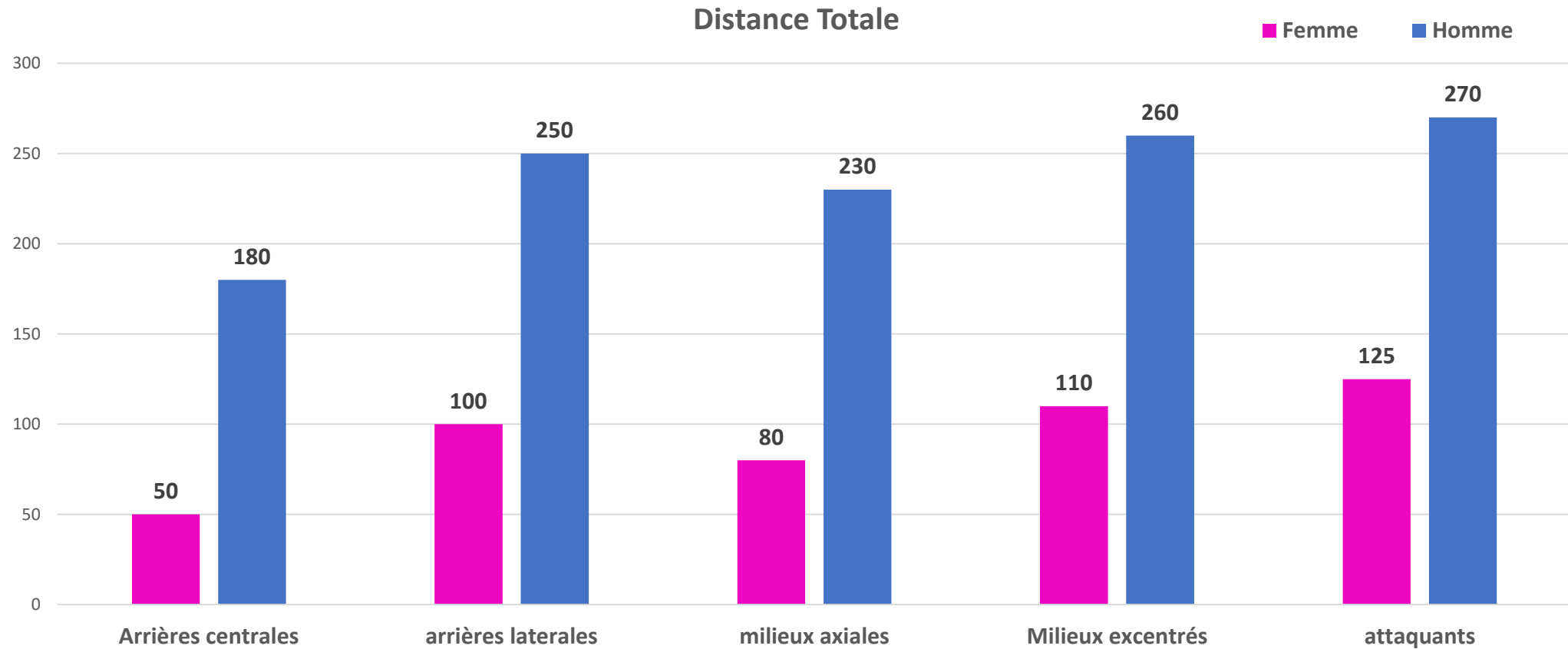


<25km/h

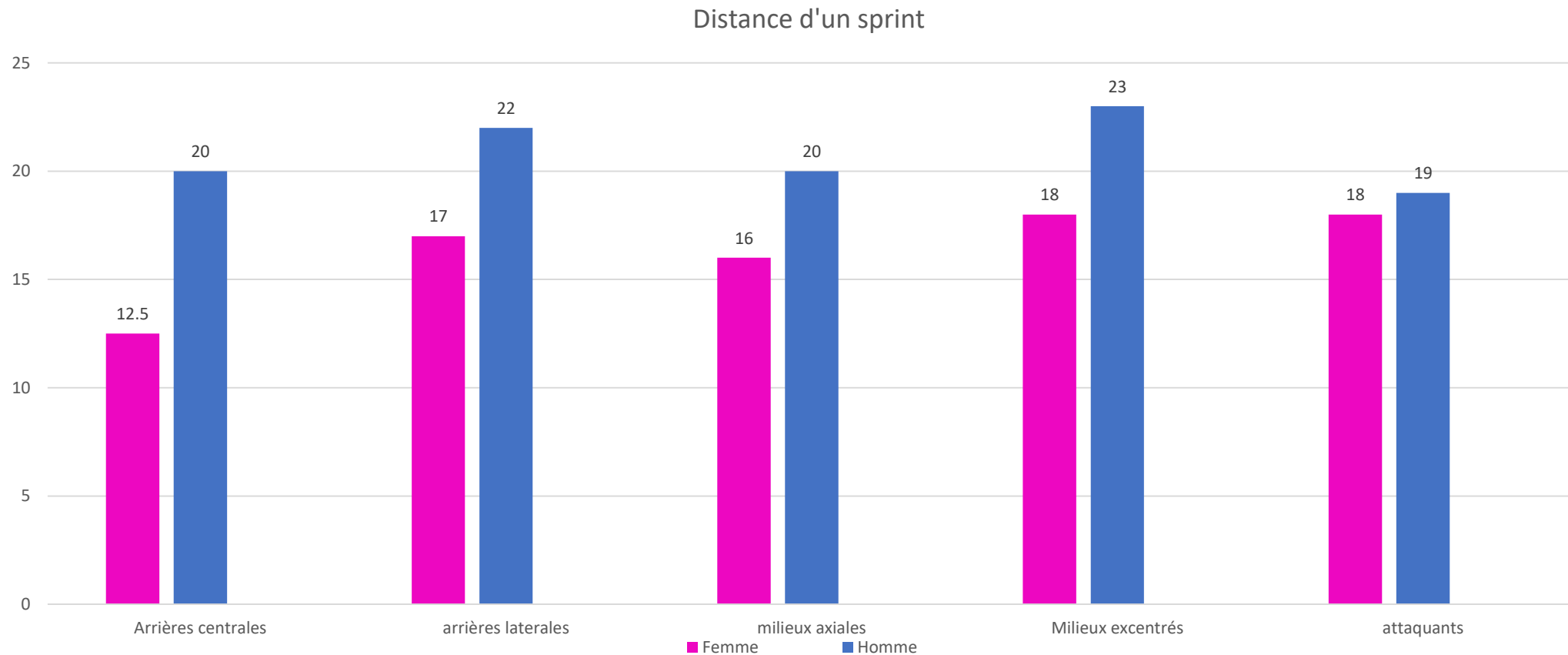
■ moy vit (m/s) ■ nb sprint



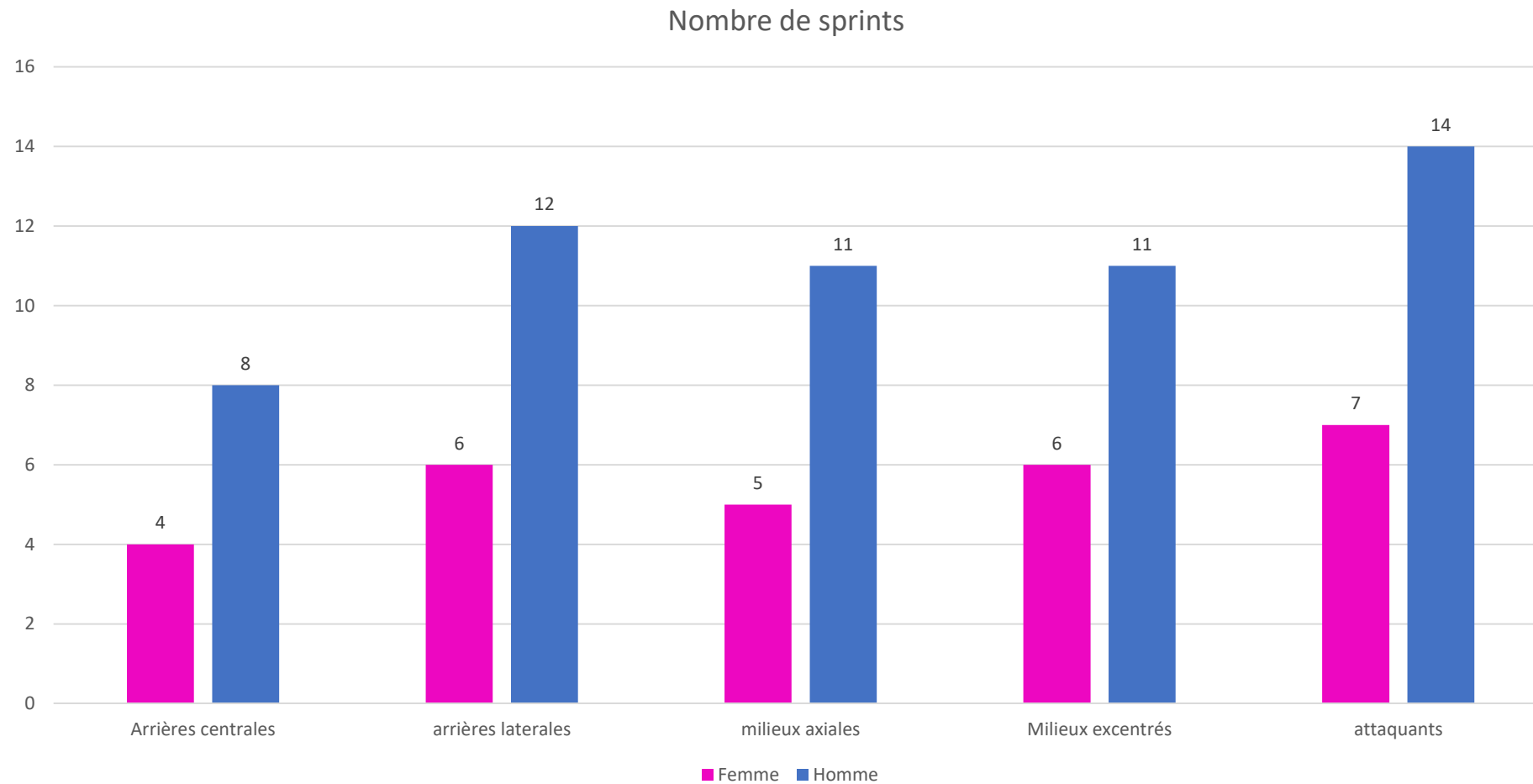
Analyse des sprints et de la courses intenses par postes au cours d'un match



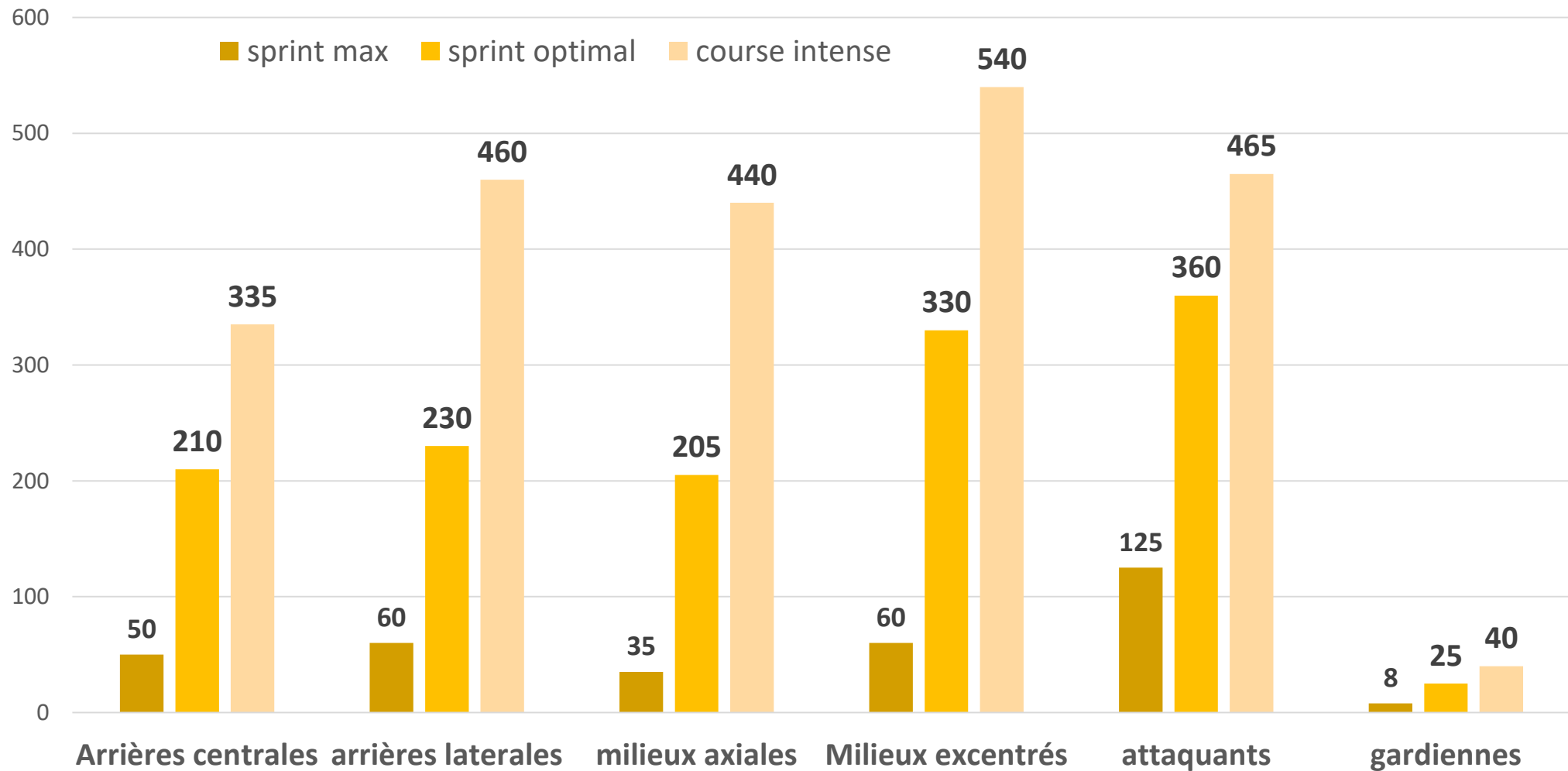
Analyse des sprints et de la courses intenses par postes au cours d'un match



Analyse des sprints et de la courses intenses par postes au cours d'un match



Graphique comparatif de la distance parcourue en sprint maximal, optimal et en course intensive aux différents postes durant toute la compétition



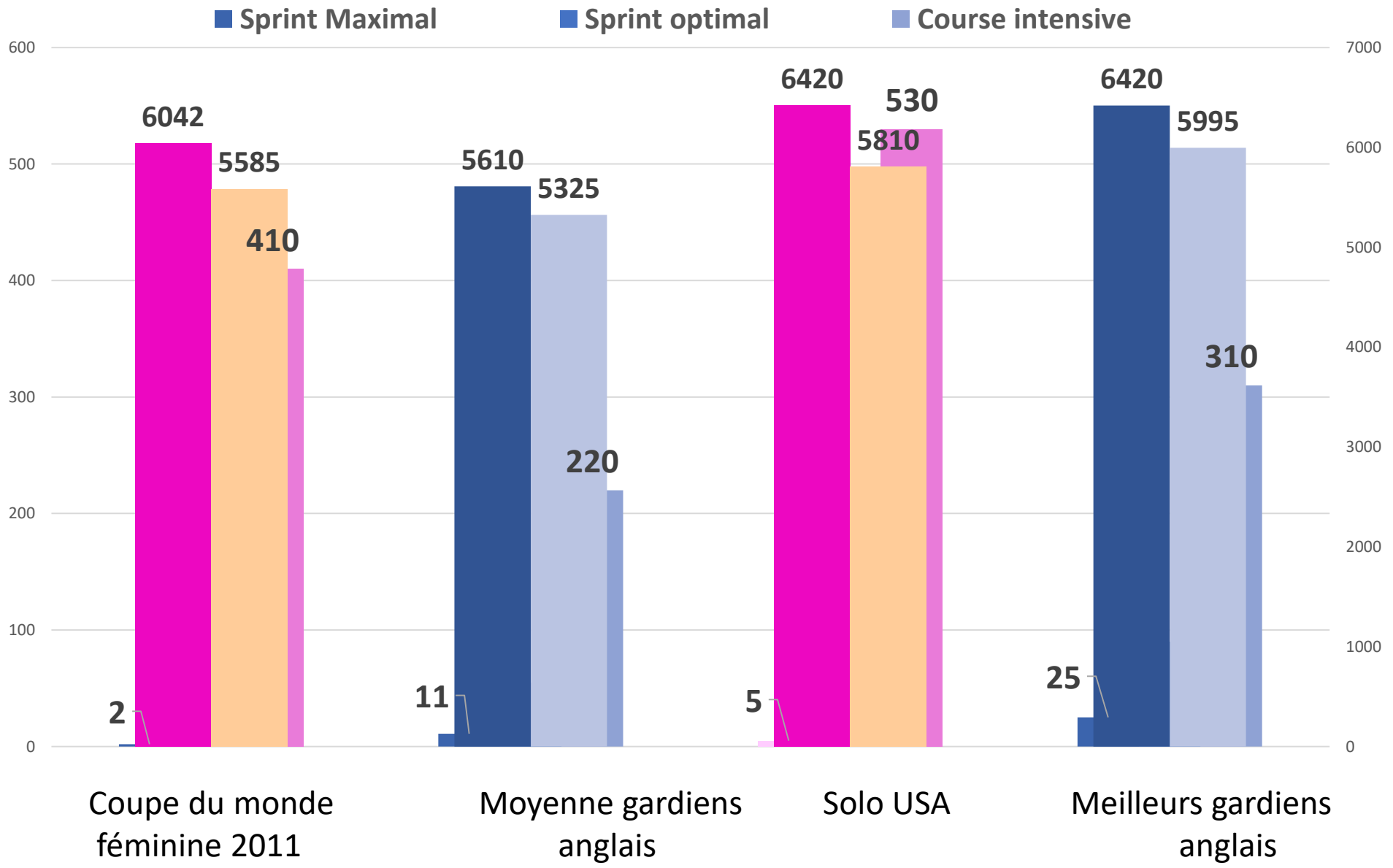
Analyse comparative des performances physiques des gardiennes de but



	Distance globale			Sprint Maximal			Sprint optimal			Course intensive			Course modérée	Marche et course lente
	Total	1ere mi-tps	2eme mi-tps	Total metres	Nb de sprint	Vitesse de course	Total metres	Nb de sprint	Vitesse de course	Total metres	Nb de sprint	Vitesse de course	Total	Total
Solo USA (1,75m)	6420	3220	3200	5	1	26,4	20	2	22,2	55	5	19,1	530	5810
Kaihoru Japon (1,7m)	5840	2910	2930	0	0	0	20	2	22,3	40	5	19,1	490	5290
Lindahl Sweden (1,79m)	6800	3490	3310	0	0	0	45	2	21,8	45	4	18,8	445	6295
Angerer Germany (1,75m)	5959	2980	2970	0	0	0	15	2	21,5	60	5	19,3	420	5425
Andreia Brazil (1,72m)	5280	2600	2680	0	0	0	10	1	21,6	25	3	18,4	150	5105
Moyenne	6059,8	3040	3018	1	0,2	5,28	22	1,8	21,88	45	4,4	18,94	407	5585

Analyse comparative des distances (m) parcourues par les gardiennes de la Coupe du Monde Féminine 2011 et des gardiens du championnat masculin anglais

	Distance globale	Sprint Maximal	Sprint optimal	Course intensive	Marche et course lente
Coupe du monde feminine 2011	6042	2	45	410	5585
Moyenne gardiens anglais	5610	11	55	220	5325
Solo USA	6420	5	75	530	5810
Meilleurs gardiens anglais	6420	25	90	310	5995



Autres mouvements techniques analysés au cours d'une saison sportive

- Les enregistrements vidéo de **24 matchs** de haut niveau six femmes ont été analysés pour le nombre de tacles et leur potentiel de risque.
- **3531 tacles** ont été enregistrés (50% tacles sur le côté sans chute)
- **2,7%** des tacles ont été classés comme des situations de risque (arrière).
- Tacles augmentent les situations de risque de blessures.

Paramètres biologiques au cours d'un match de football féminin



1 seule étude sur le cortisone et la testostérone salivaire Edwards DA et al. *Physiol Behav.* 2006 Jan

En conclusion

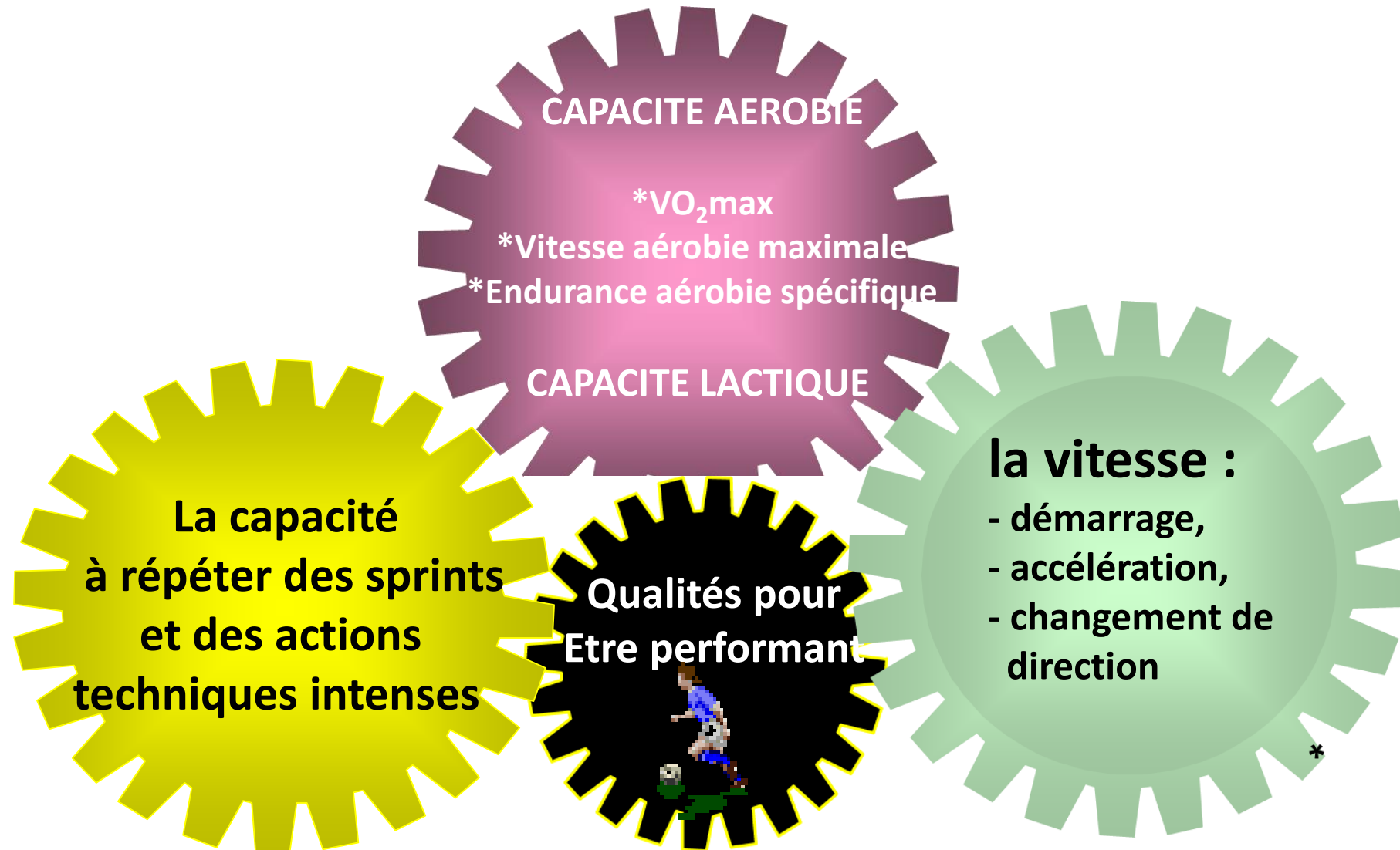
1. Les quatre meilleures équipes (demi-finalistes) présentent les meilleures performances physiques (distances, sprints...)

2. Les 6 meilleures joueuses parcourent des distances totales et courses à vitesse modérée équivalente aux très bons joueurs masculins

3. La vitesse en sprint en match présente la grande différence au niveau physique entre le football masculin et féminin (différence de distance de plus de 30% en faveur des hommes)

Au vu des résultats précédents, on ne devrait plus considérer le football masculin comme un objectif à atteindre mais plutôt appréhender le football féminin comme une entité ayant ses propres spécificités

PRINCIPALES QUALITES PHYSIQUE ET PHYSIOLOGIQUES



les blessures des footballeuses

Les blessures en football féminin



Tête 17%

Membres sup 10%

Jambes 15%



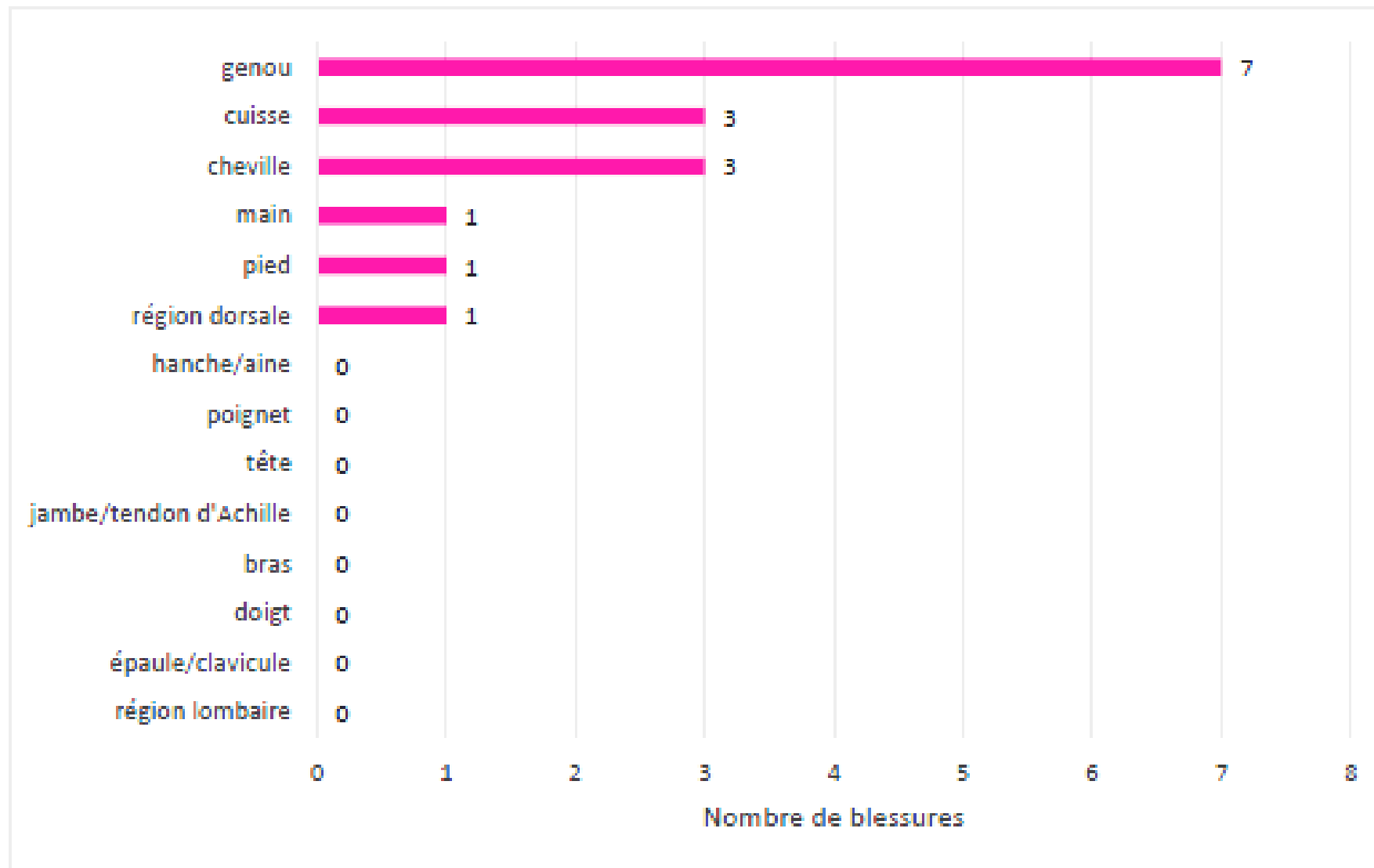
Tronc 8%

Cuisses 11%

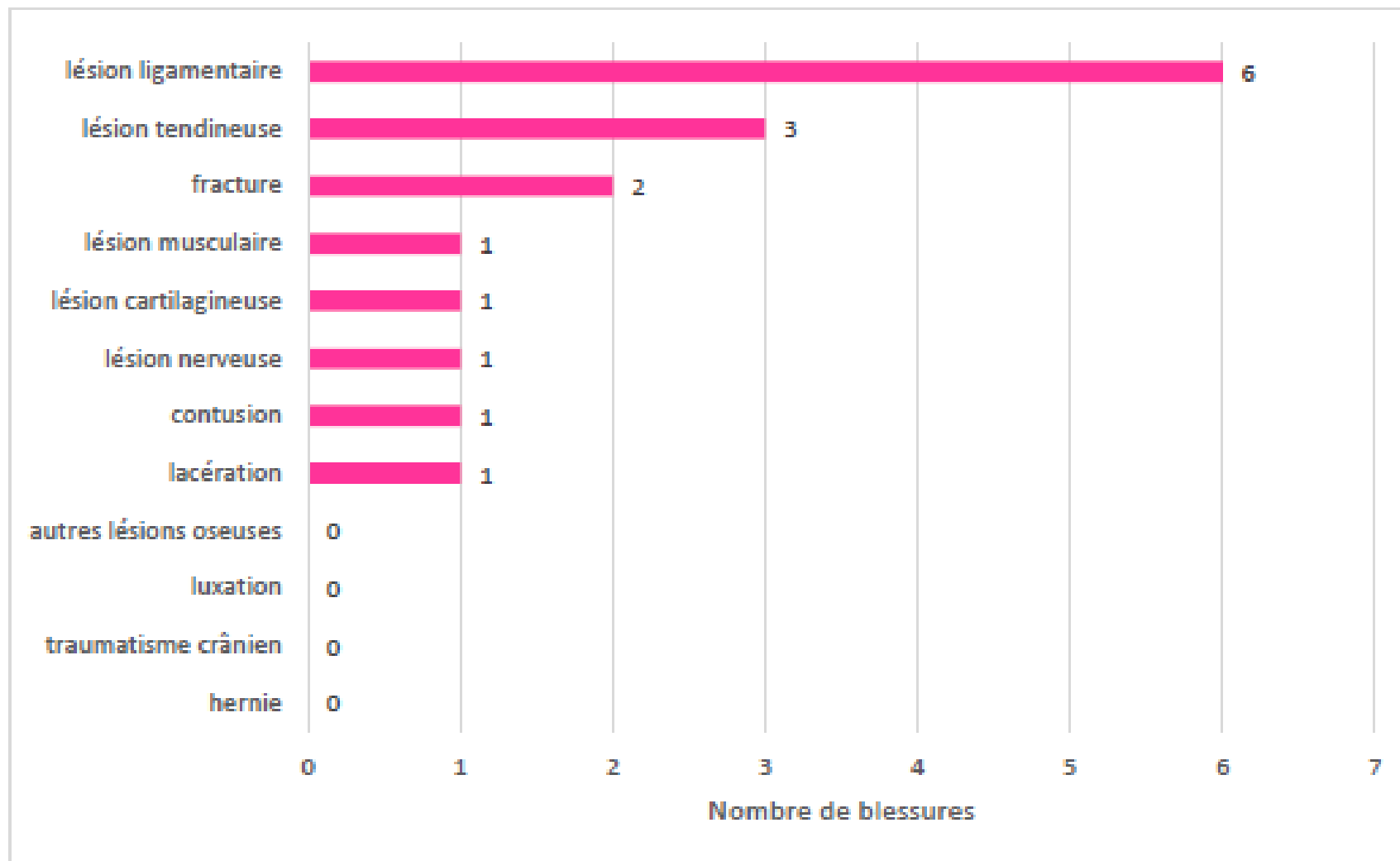
Genoux 12%

Chevilles 21%

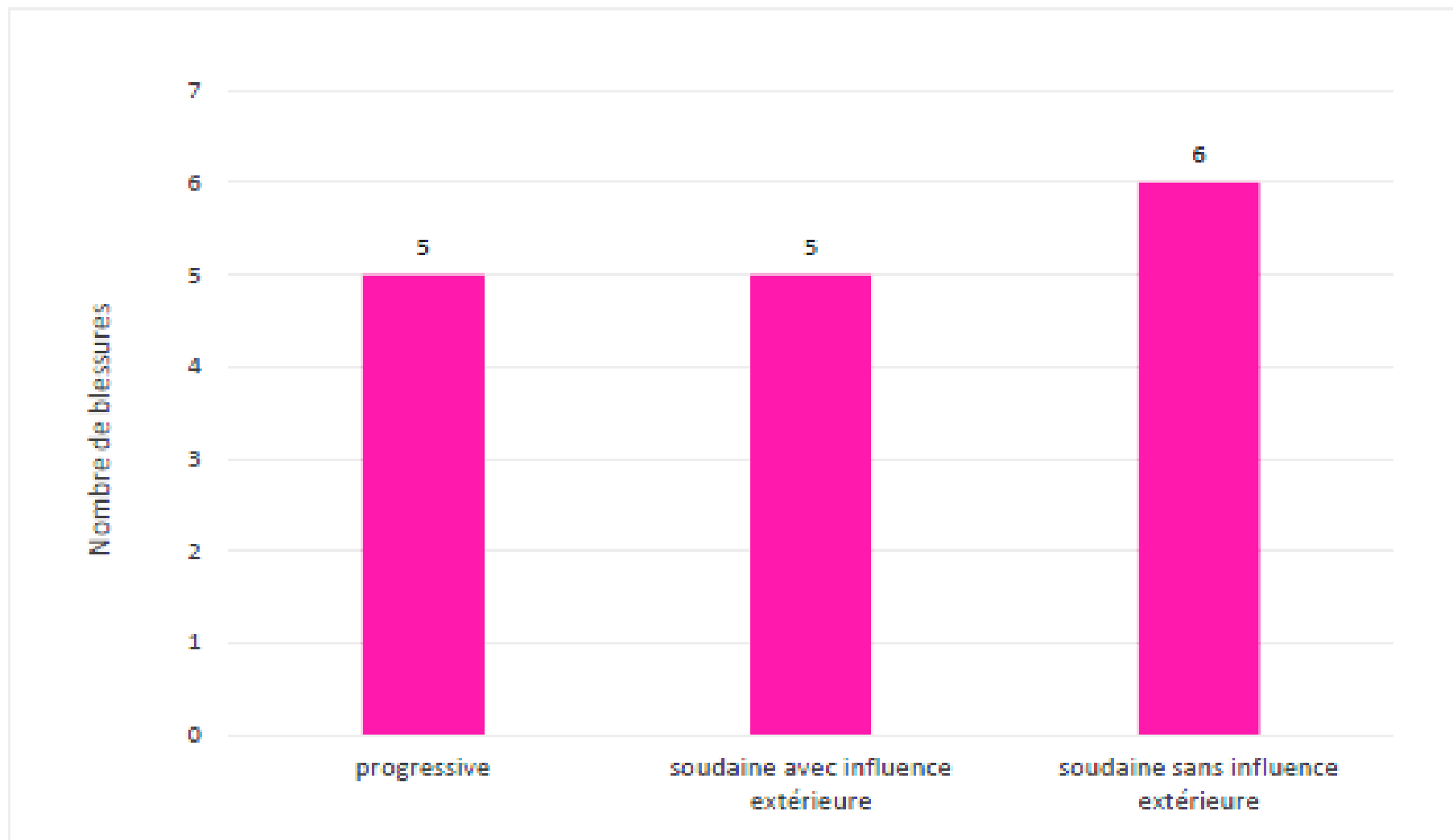
Localisation des blessures au cours d'une saison chez 10 clubs féminins (162 joueuses) luxembourgeois



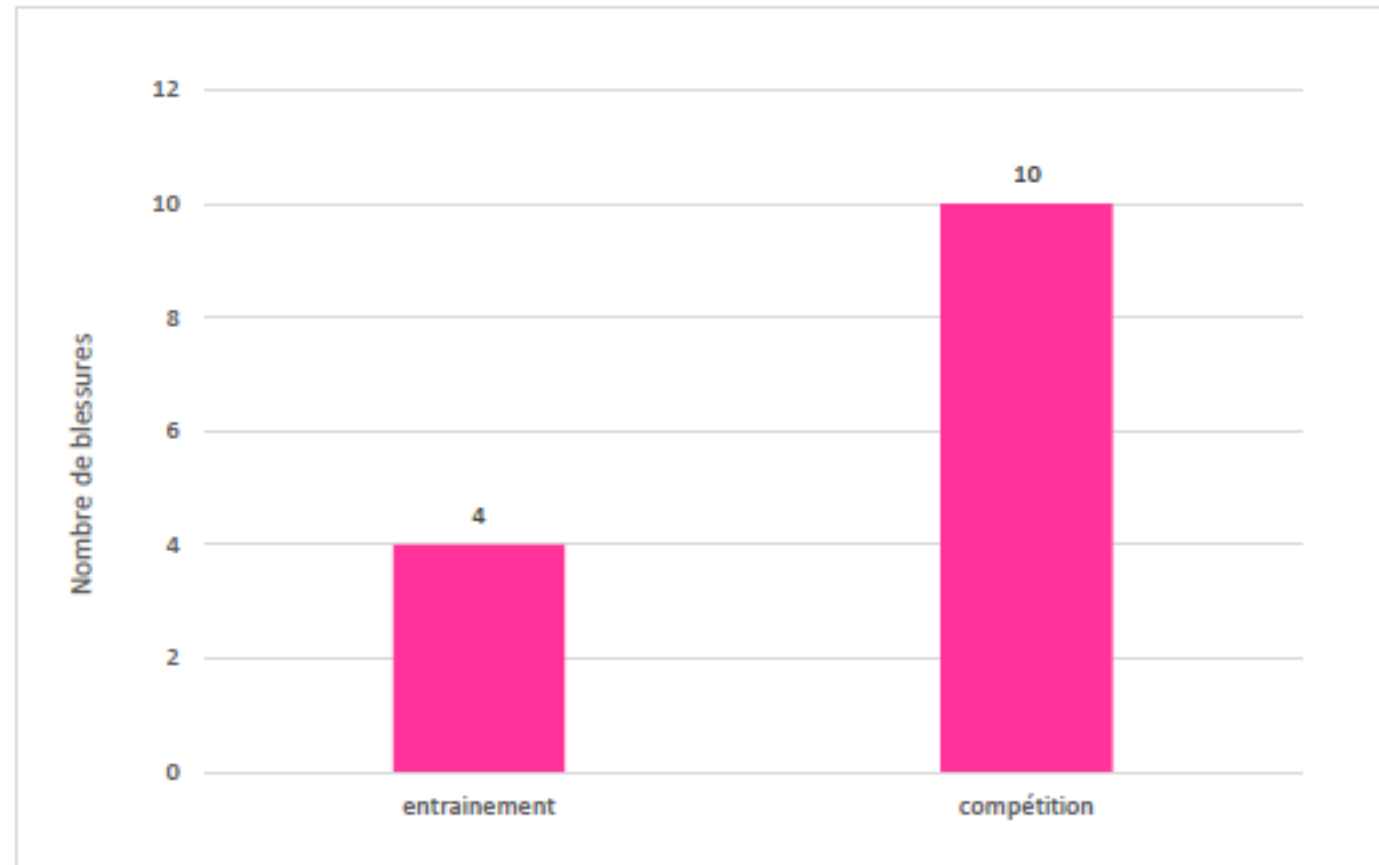
Type des blessures au cours d'une saison chez 10 clubs féminins (162 joueuses) luxembourgeois



Catégorie des blessures au cours d'une saison chez 10 clubs féminins (162 joueuses) luxembourgeois



Contexte des blessures au cours d'une saison chez 10 clubs féminins (162 joueuses) luxembourgeois



Recommandations

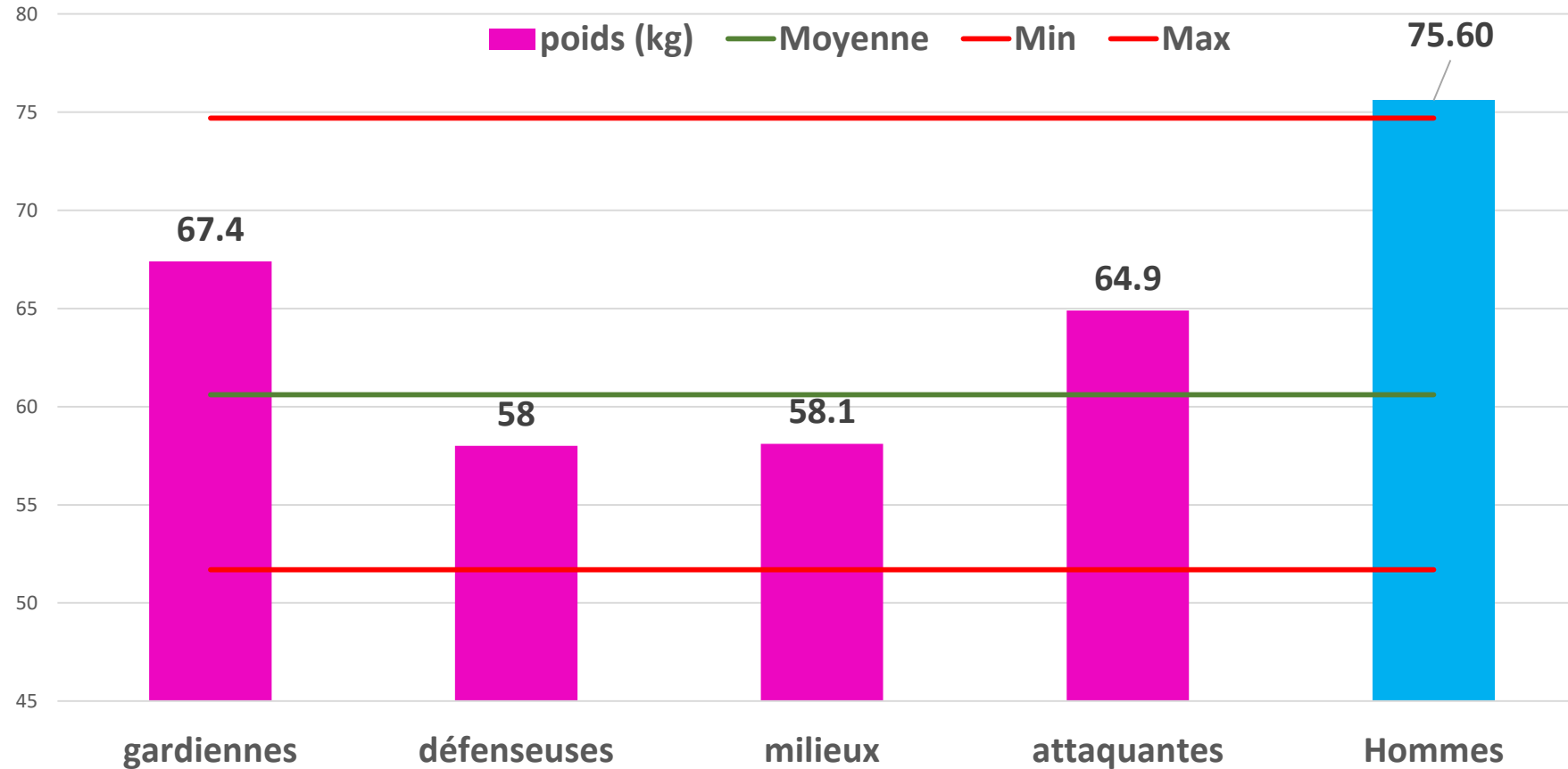
- L'implémentation de programmes de prévention des blessures en sports d'équipe : développement important.
- Programmes élaborés spécifiquement (O'Brien et al., 2014) dans le but de réduire:
 - les blessures sans contact,
 - les blessures récurrentes.

- L'efficacité des programmes de prévention actifs ne dépend pas uniquement de leurs contenus. La collaboration de tout le staff mais aussi des joueuses est nécessaire.
- Pas toujours facile de convaincre les entraîneurs, kinésithérapeutes et les joueuses elles-mêmes d'adhérer à un programme de prévention
 - ➔ principalement le manque de temps
 - ➔ difficulté de prévenir la survenue des blessures.
- Blessures sportives ➔ répercussions économiques:
 - rééducation plus longue,
 - un recours à des spécialistes
 - une perte de productivité un temps plus long.

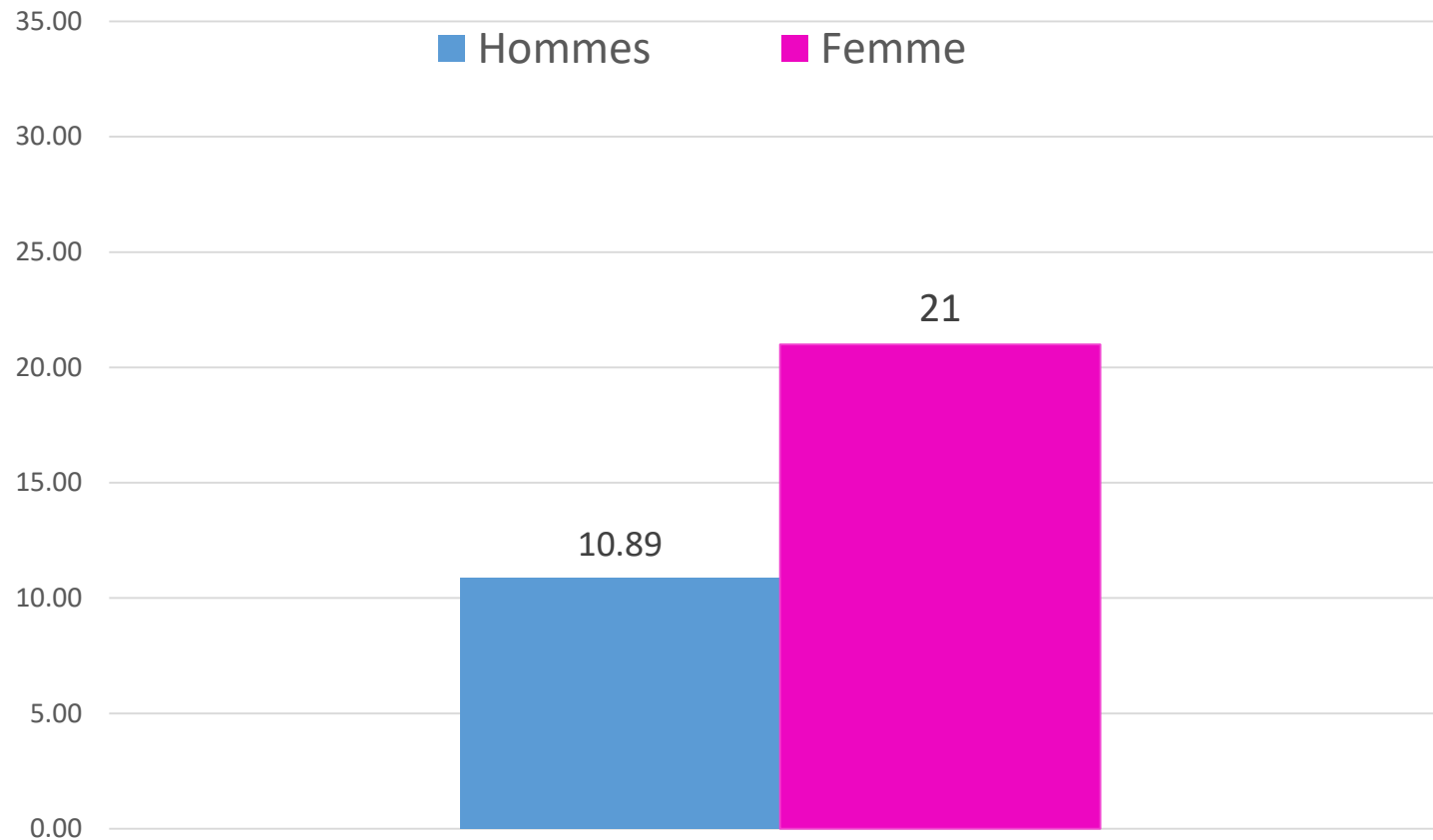


les qualités physiques des footballeuses

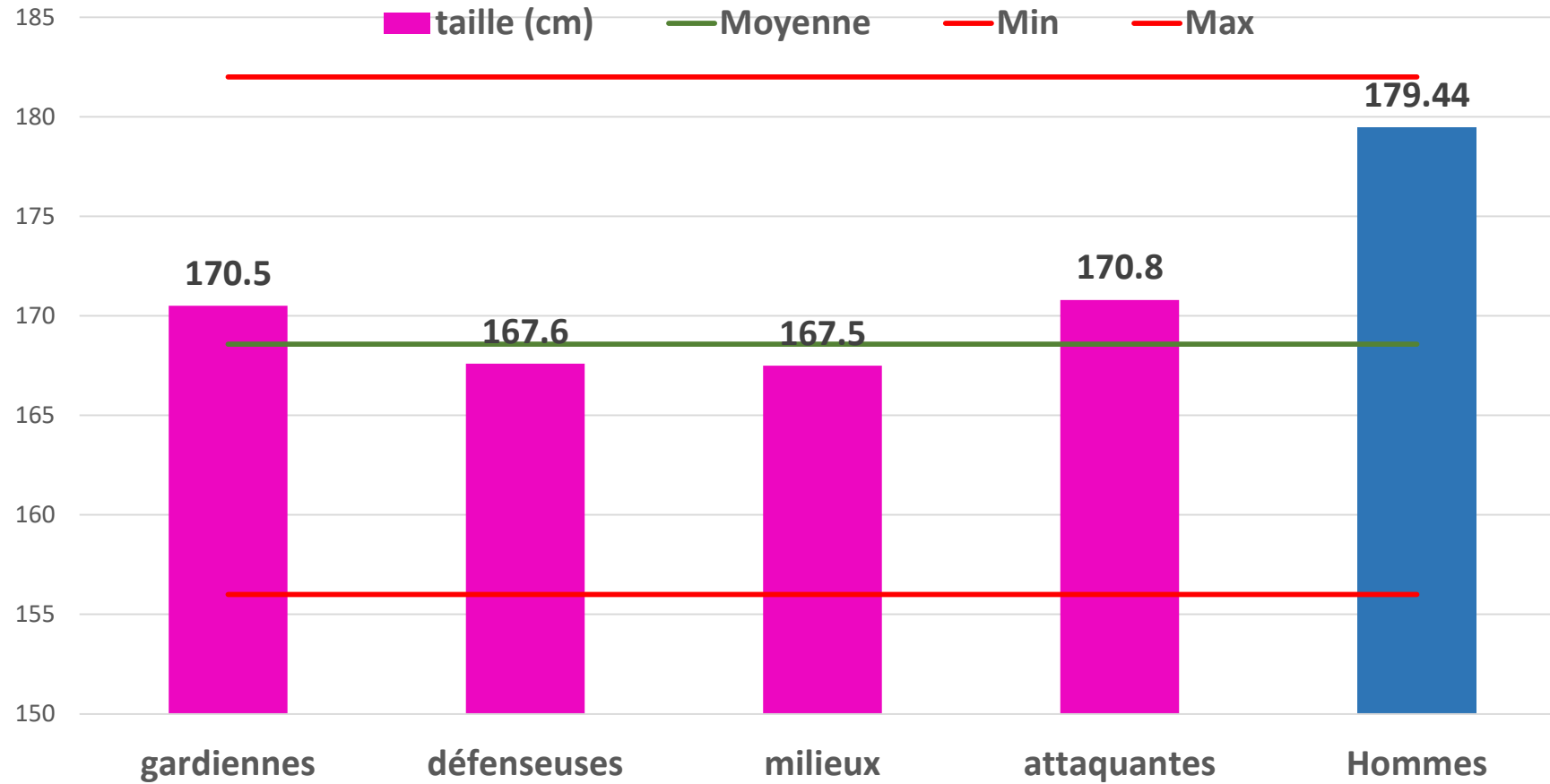
Taille des joueuses comparaison Hommes Femmes



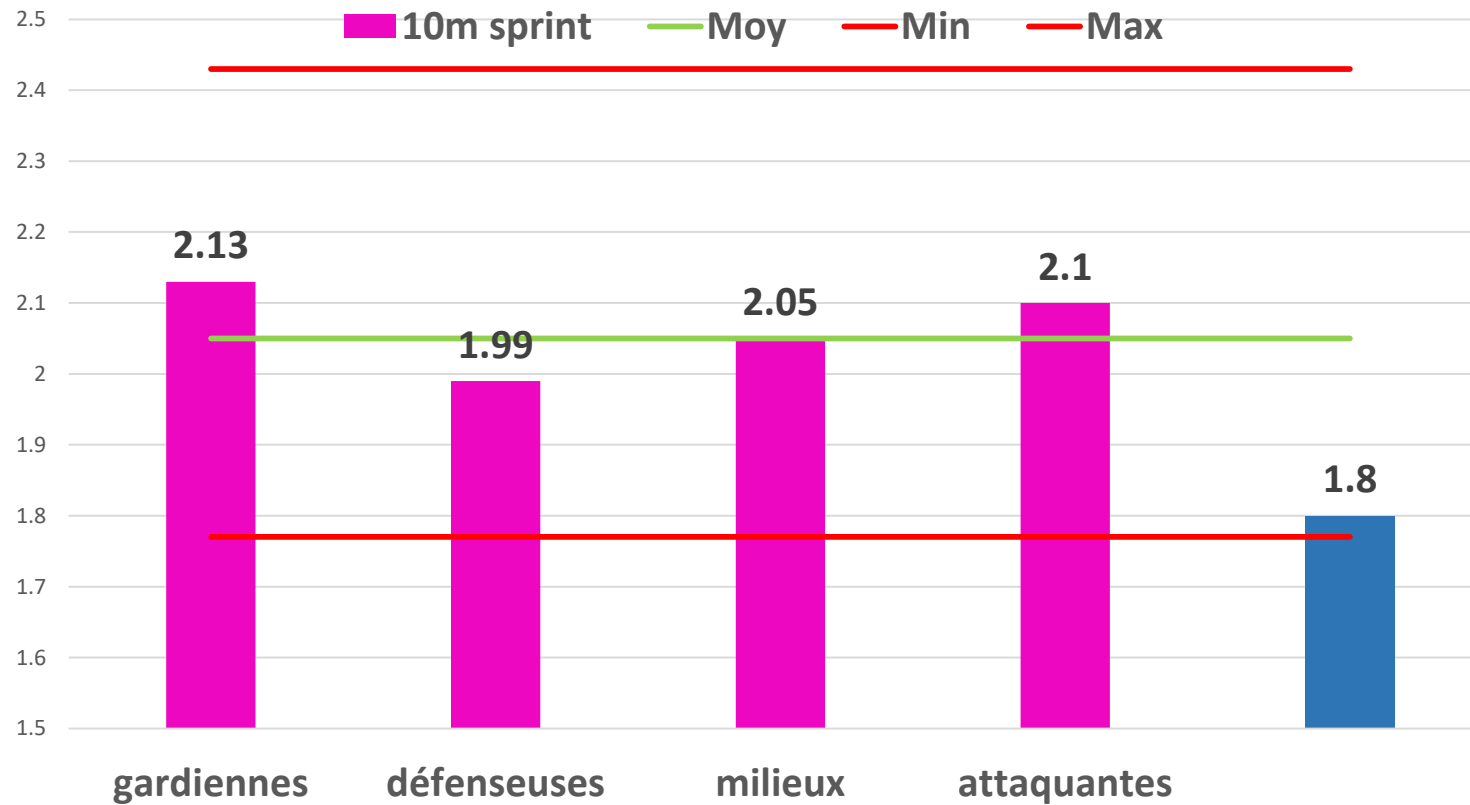
Masse grasse des joueuses comparaison Hommes Femmes



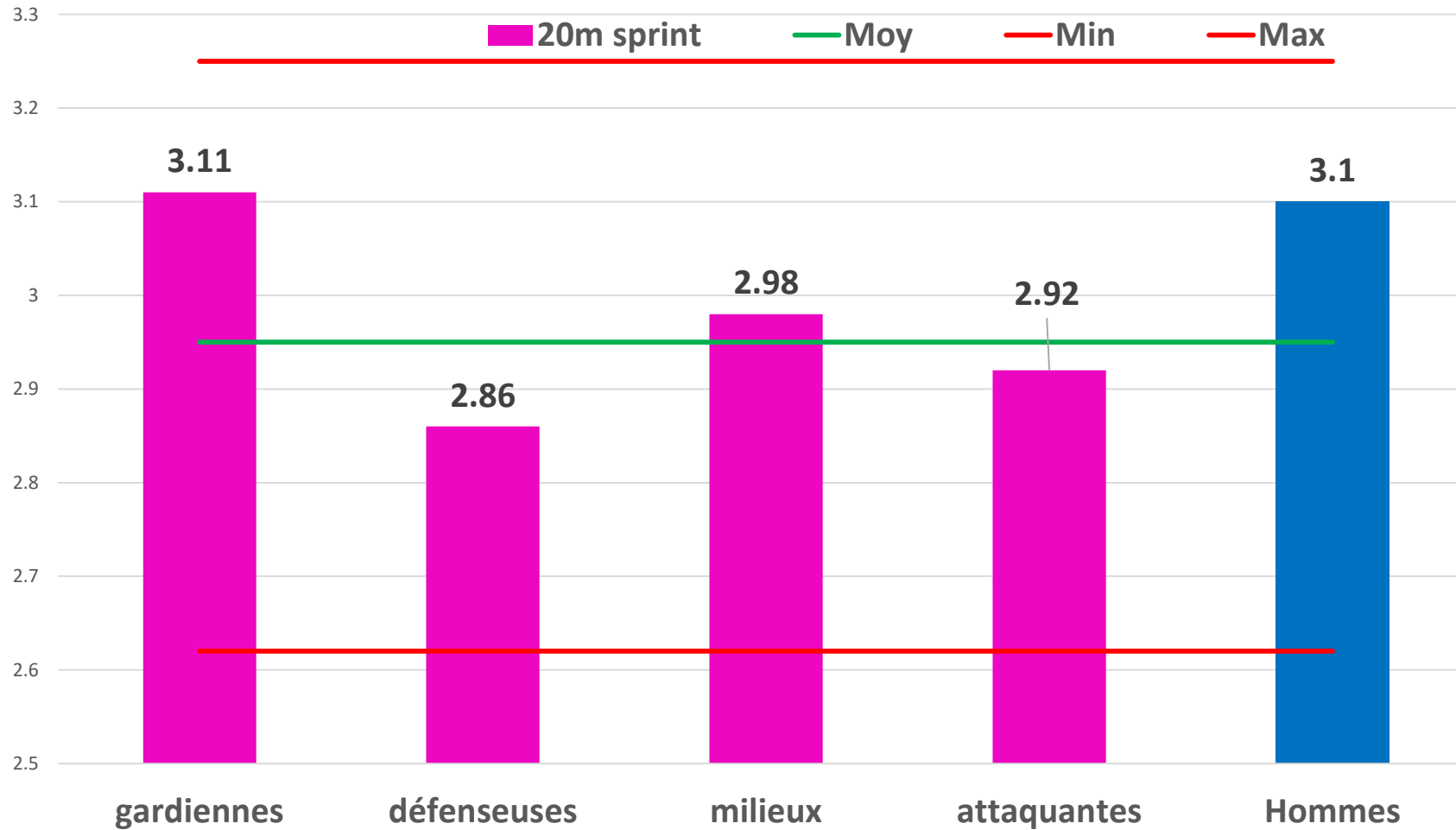
Poids des joueuses



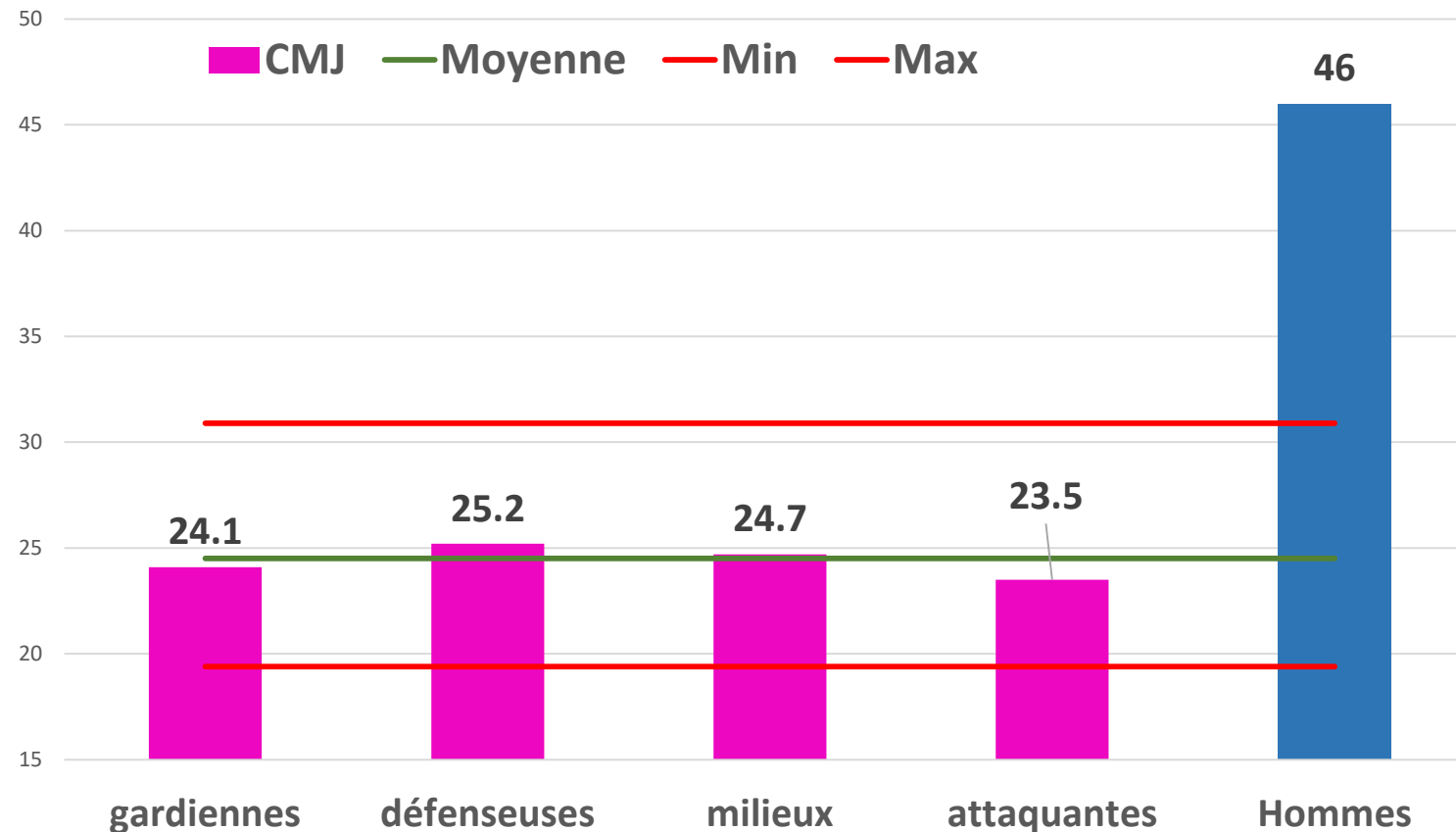
Sprints 10m des joueuses



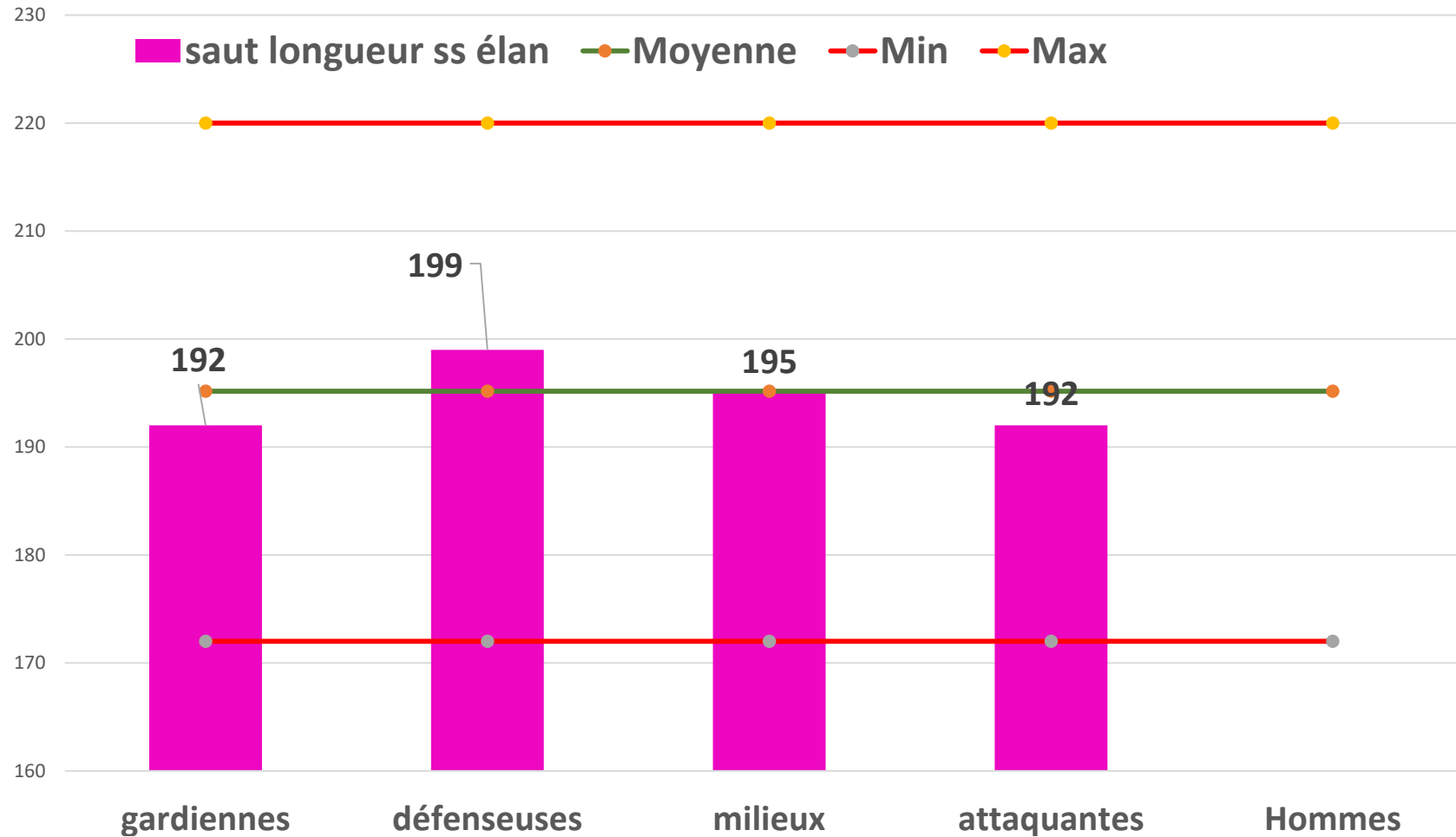
Sprints 20 m des joueuses



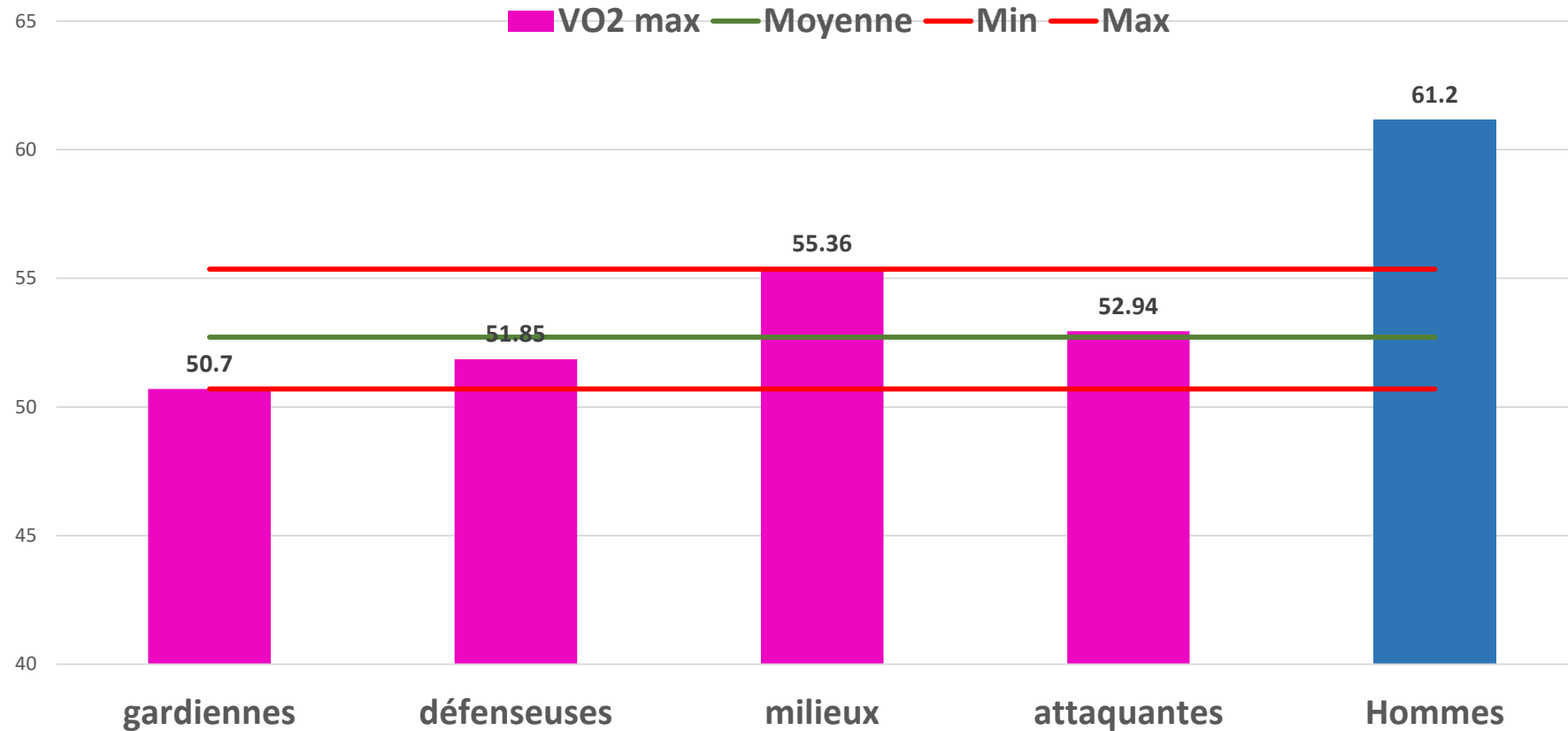
Détente verticale des joueuses comparaison Hommes Femmes



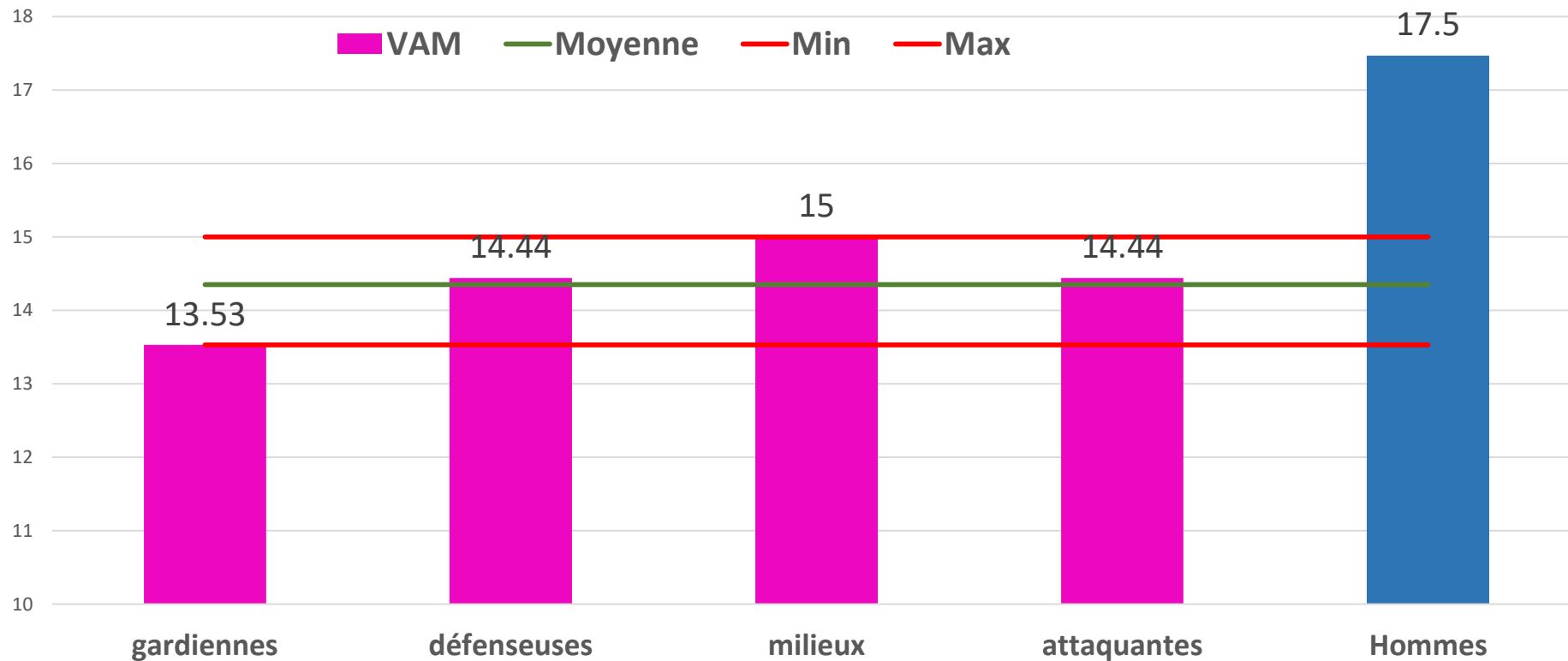
Détente horizontale des joueuses comparaison Hommes Femmes



Consommation d'O₂ des joueuses comparaison avec les Hommes



Vitesse Aérobie Maximale des joueuses comparaison avec les Hommes



Spécificités psychologiques des footballeuses

Evaluation de 54 footballeuses grâce: IPP (Gender Assessment Inventory) et the INTE (the Emotional Intelligence Questionnaire).

- 65% des footballeuses (N=35) sont androgynes
- 53% des footballeuses (N=29) ont un niveau d'intelligence émotionnelle significativement plus élevée que les autres sportives et semble présenter une plus grande capacité d'adaptation.

**Résultats à prendre avec beaucoup de réserve
mais surtout analyse à développer**

***Explications sur la
physiologie de la femme à
l'exercice
et à la récupération***



**Mme Boussaidi - Ben Ezzeddine Lamia
Maitre de conférences (HDR)**

≠ intersexes

- masse adipeuse,
- masse musculaire,
- réserves énergétiques,
- activité métabolique



Performance sportive

≠ Intersexes dès la puberté

- **Imprégnation hormonale**
testostérone/oestrogènes-progestérone...
- **Volume d'entraînement ?**

A l'exercice bref et intense



Pré-exer Différences métaboliques à l'exercice bref et intense

**[ATP , PCr, glycogène]_{musculaire}: fibres I et II pas de ≠ intersexes
chez des sujets de même niveau d'entraînement.**

(Esbjörnsson et al. 1999, 2002)



Post-Exercice

- **Mêmes concentrations en ATP, ADP, PCr (fibres I et II).**
- **Dégradation du glycogène dans les fibres I < F/H (- 40%)
pas de ≠ intersexes au sein des fibres II** (Esbjörnsson et al. 1999, 2002))

Autres différences métaboliques...

- Surface fibres I parfois > femme/homme

(Esbjörnsson et al. 1993, Simoneau et al. 1985).

- Moindre activité enzymatique: phosphorylase , LDH , PFK₁

(Esbjörnsson et al. 1993 et 1996, Simoneau et al. 1985).

- Activité catécholaminergique moindre: résultats contradictoires

$[A \text{ et } NA]_p$ inférieures chez le sujet féminin

(Brooks et al. 1990, Gratas et al. 1994, Nevill et al. 1996).

$[A \text{ et } NA]_p$ = si normalisation / état nutritionnel, niveau d'entraînement

(Vincent et al. 2003)



En fait...

Tissu adipeux

Sexe

Poids kg (% total)

♂ :70kg

8.4 kg (12%)

♀ :55kg

11.6 kg (21%)

Tissu musculaire

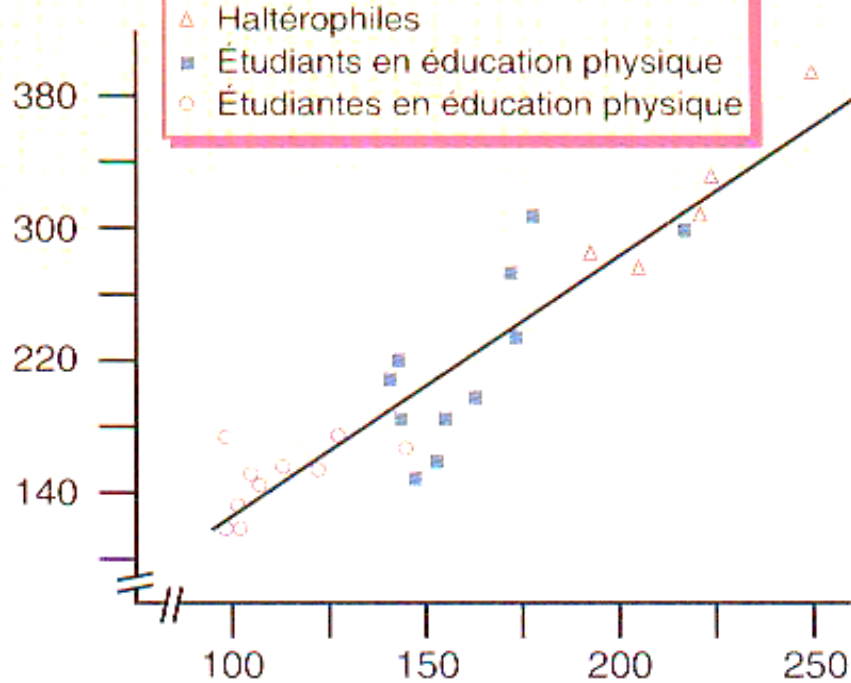
♂ :70kg

28 kg (40%)

♀ :55kg

19 kg (35%)

Couple maximal d'extension
du genou à 30° · s₋₁ (Nm).



Surface de section des extenseurs
du genou (cm₂) x taille (m).

Imprégnation hormonale!!



Récupération

Exercices brefs et intenses



Exercices d'intensité élevée de type anaérobie ou explosifs avec charge:
Récupération de force plus rapide chez la femme

(Fulco et al. 1999, Häkkinen et al. 1993, Linnamo et al. 1998)

Hypothèses

1- même force mm² muscle mais masse musculaire inférieure

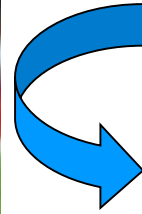
⇒ **Femme : force développée moins importante lors d'un exercice de type supramaximal ou lors d'un travail réalisé à même intensité relative: récup ++**

2- Trois "Wingate" entrecoupés de 20 min de récupération

⇒ réduction moindre d'ATP et [IMP] inférieure chez la femme (fibre II) (Esbjörnsson et al. 2002)

➤ **Réduction moindre d'ATP par réamination de l'IMP en récupération**

En résumé sur le terrain...



Exercice bref et intense

Utilisation similaire des sources énergétiques
utilisation < du glycogène: fibres I chez la femme.

- **Volume musculaire >**
- **Masse adipeuse inférieure**

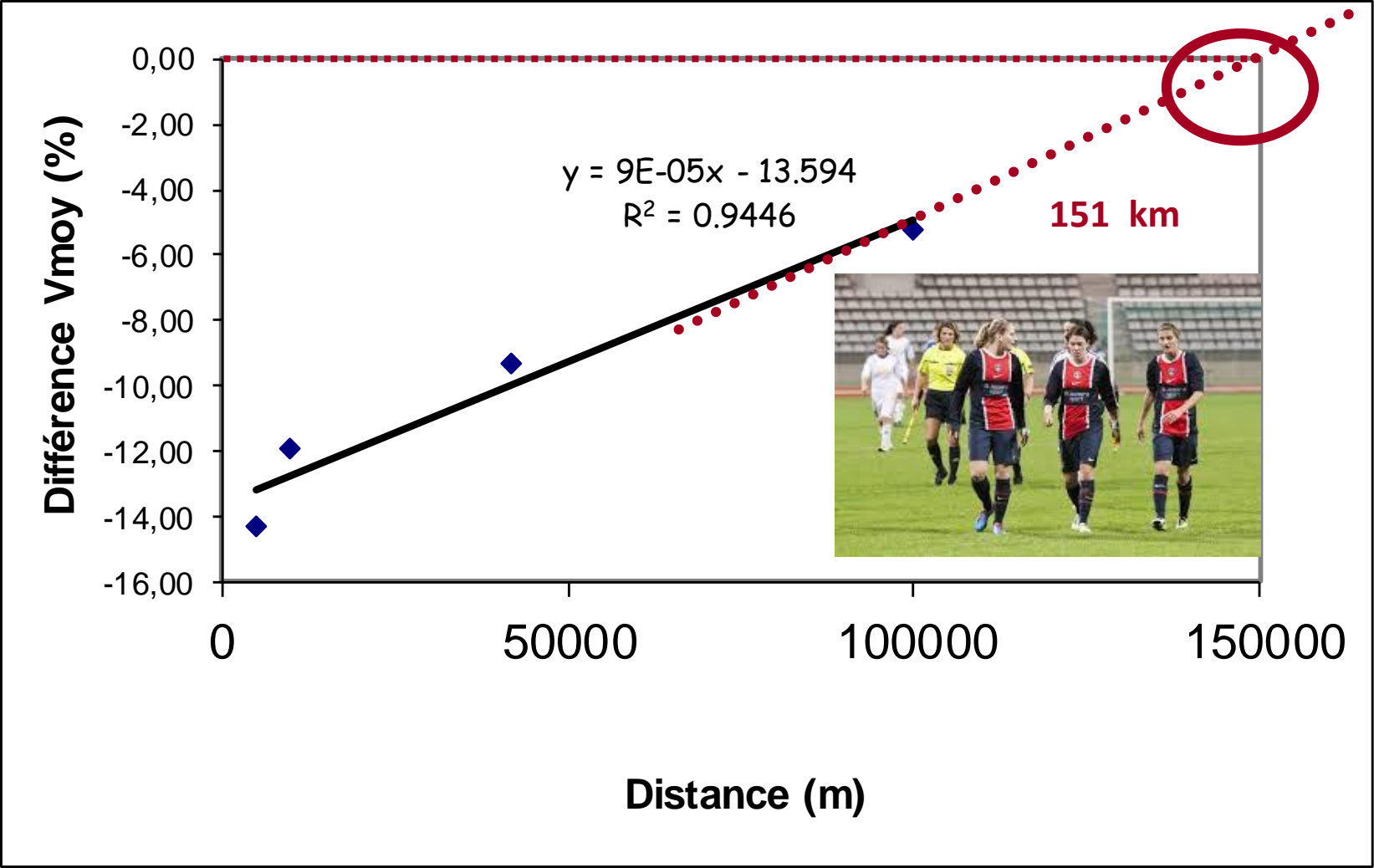
} **chez l'homme / femme**

- **Récupération plus rapide chez la femme**

Exercice prolongé

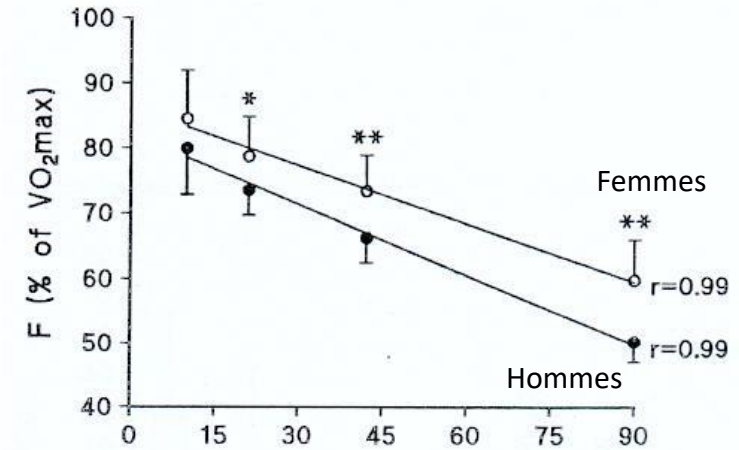
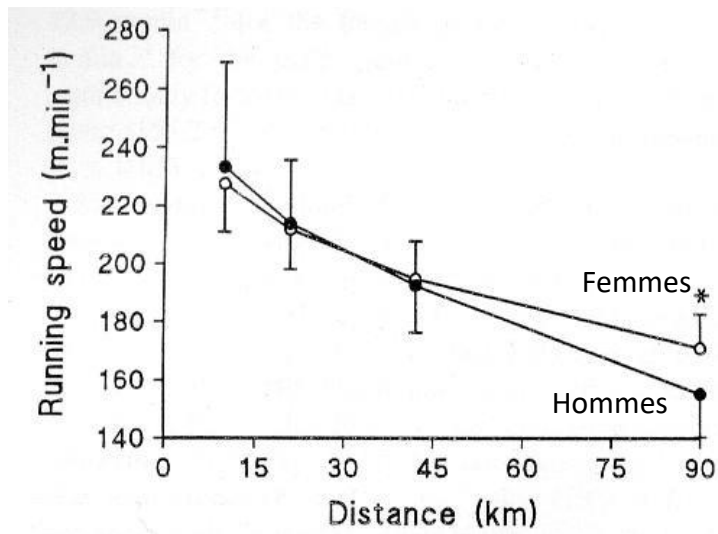


Différence de vitesse moyenne "Homme/Femme"
en fonction de la distance parcourue



Épreuve de 90 km: comparaison femme/ homme

Speechly et al., MSSE, vol 28, 3, 1996



Vitesse moyenne (90^{ème} min):

171 ± 11.7 m.min⁻¹



155 ± 14.7 m.min⁻¹

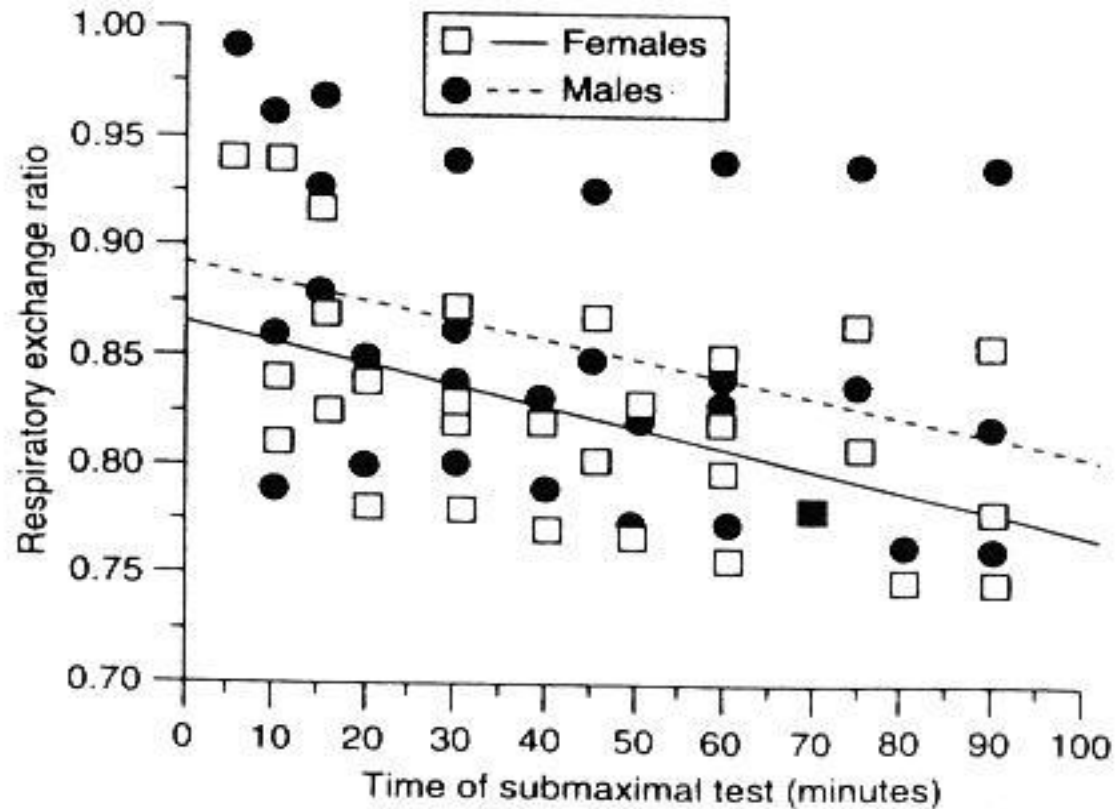
Maintien VO₂max :

++++

++

Éléments explicatifs

Différences métaboliques à l'exercice prolongé



Dans la majorité des études

QR < femme / homme



(Ruby et Robergs, Sport Medicine, 17, 393, 1994)



La femme oxyde plus de lipides et moins de glucides que son homologue masculin



- 15km sur tapis roulant (~ 90min), 63% VO_2 max,
- sujets entraînés



➤ QR inférieurs chez la femme / homme

Utilisation des substrats à l'exercice

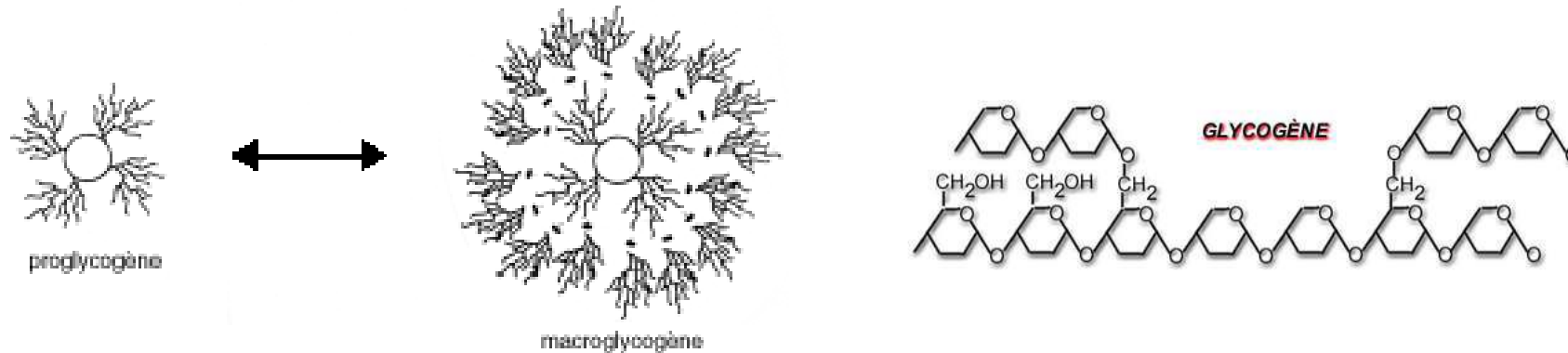
	Homme (n =6)		Femme (n=6)
Dépense énergétique			
kcal totales	1236 ± 53	*	1012 ± 44
kcal/kg Poids total	18.5 ± 0.8		17.3 ± 0.7
kcal/kg Masse Maigre	21.6 ± 0.9		22.1 ± 0.9
Utilisation des lipides (g)	26.9 ± 1.2	*	47.6 ± 2.1
Utilisation des glucides (g)	239.7 ± 10.3	*	137.3 ± 6.0

(Tarnopolsky et al. , JAP, 68, 302, 1990)

Pourquoi l'épargne des glucides?

- **Au repos:** [glycogène]_{musculaire} et rapport pro/ macro glycogène similaire entre les deux sexes

(Tarnopolsky et al. 1990, 1995, 2001; Mc Kenzie et al. 2000)



- **A l'exercice, activité réduite de certaines enzymes chez la femme:**

→ phosphorylase, LDH, PFK₁

(Esjörnsson et al. 1993, Simoneau et al. 1985)

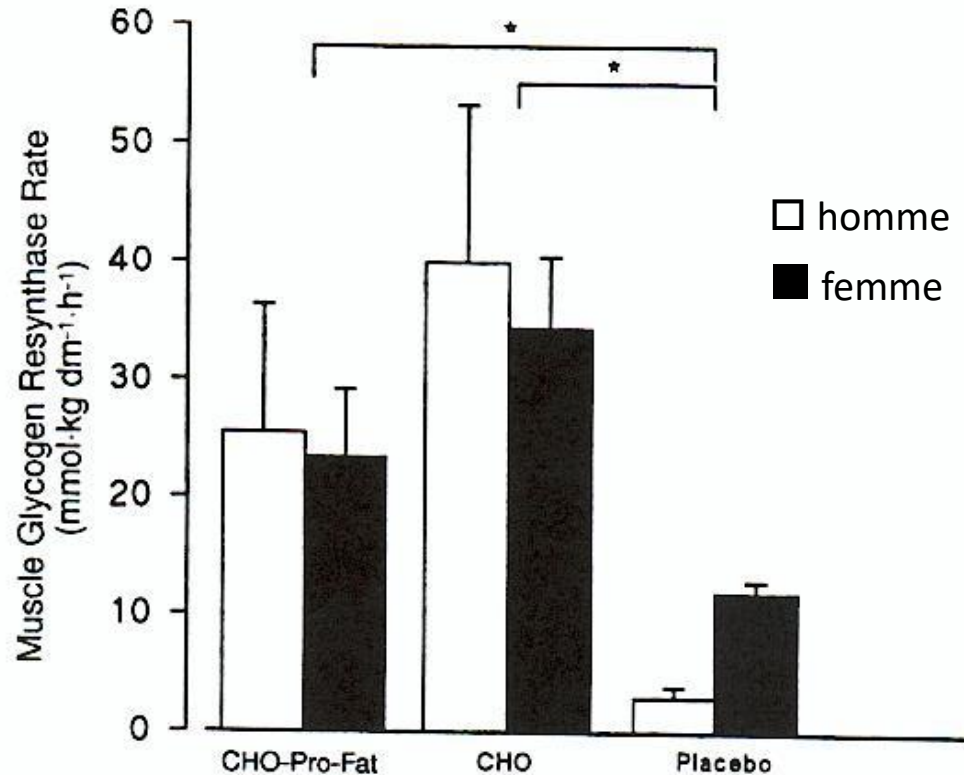
Epargne de glucides d'origine hépatique et/ou musculaire?

- La différence (a-v) en glucose ne diffère pas au niveau musculaire à l'exercice entre les deux sexes (Roepstorff et al. 2002)
 - L'administration d'œstradiol n'atténue pas la déplétion musculaire en glycogène chez l'adulte de sexe masculin à l'exercice (Tarnopolsky et al. 2001)
- L'apparition du glucose:R_a (production hépatique de glucose) est < chez la femme à l'exercice (Friedlander et al. 1998, Roepstorff et al. 2002)

Epargne du glycogène
hépatique!



Apports glucidiques et récupération



Apport 1h après un ex de 90 min à 65% VO₂max
resynthèse de glycogène dans les 4 heures
(Tarnopolsky et al. 1997)



→ Resynthèse post-exercice en glycogène similaire entre les deux sexes

CHO = 1g Glucide.kg⁻¹

ou

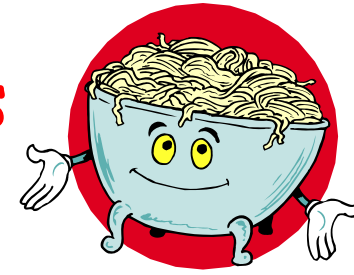
CHO-Pro-Fat:

0.7g Glucide.kg⁻¹

0.1g Protéine.kg⁻¹

0.02g Lipide.kg⁻¹

Stockage en glycogène les jours suivants



Les études montrent que la femme est susceptible d'↗
son stock en glycogène **si l'apport glucidique $\geq 8\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{J}^{-1}$**

(Walter et al. 2000, Tarnopolsky e

- Stockage < à l'homme sauf à partir de **$12\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{J}^{-1}$**

en phase lutéale/ folliculaire (+ 10g)

(Hackney et al. 1994, Nicklas et al. 1989).

problème

• En pratique:

Une femme qui mange 2000 kcal/J ne peut ↗ seulement
sa ration en glucides: ↗ de la ration énergétique
de 30% pendant 4 jours pour assurer **$8\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{J}^{-1}$**

⇒ **prise de poids!**



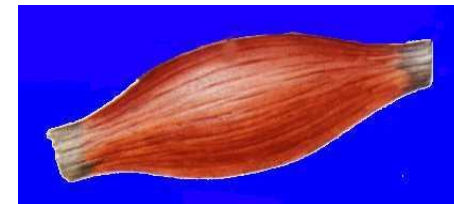
Pourquoi une utilisation supérieure des Lipides?

- **Au repos:** [triglycérides] musculaires et adipeux > femme/ homme
(Steffensen et al. 2002, Frosberg et al. 1991)

- **A l'exercice prolongé (90 min, 60% VO₂max):**

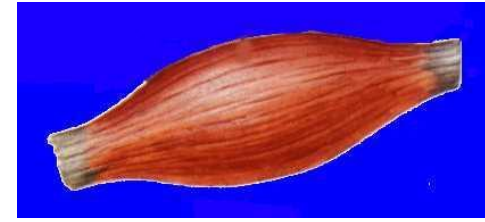
• Meilleure utilisation des [triglycérides] musculaires chez la femme.
(Roepstorff et al. 2001, Steffensen et al. 2002)

• Lipolyse adipocytaire > femme/ homme
(Mittendorfer et al. 2001)



• Par ≠ (a-v) musculaire, utilisation supérieure des [AGNE] plasmatiques chez le sujet féminin (Roepstorff et al. 2001)

Métabolisme des Lipides (2)



- Transport des AG à longue chaîne à l'intérieur du sarcoplasme **femme > homme** via l'activité supérieure des FABP et des FAT/CD36

(Binnert et al. 2000, Kiens et al. 2004)

- Transport similaire des AG à longue chaîne dans la mitochondrie **entre homme et femme même activité de la CAT-1**

(Costill et al. 1979, Berton et al. 1998)

- **β -hydroxy-acyl-CoA déshydrogénase (β -HAD)** de la β -oxydation

- **pourrait être plus active chez la femme** (Green et al. 1984)
- **résultats non unanimes** (Carter et al. 2001, Rennie et al. 2000)

- **autres enzymes?**

Consommation de lipides en récupération



A. Lipides endogènes

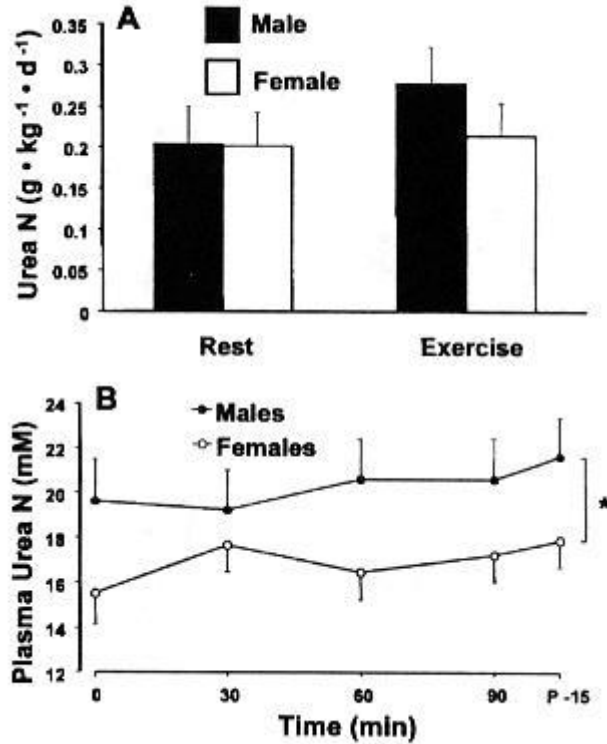
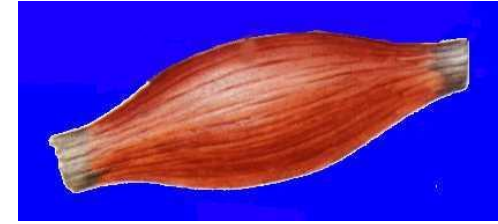
- **Chez l'homme en récupération:** la consommation endogène de lipides est corrélée à l'intensité et la durée de l'exercice réalisé.
- **Chez la femme:** pas de liaison et consommation toujours > à l'homme
(Pritzlaff et al. 2000)

B. Lipides exogènes

5 semaines de régime hyperlipidique chez l'homme (Vogt et al. 2003) :
même performance mais ↗ de l'oxydation des TG_{musculaires}

- **Chez la femme?** Leur réserve lipidique plus importante pourrait expliquer l'utilisation > des TG à l'exercice.

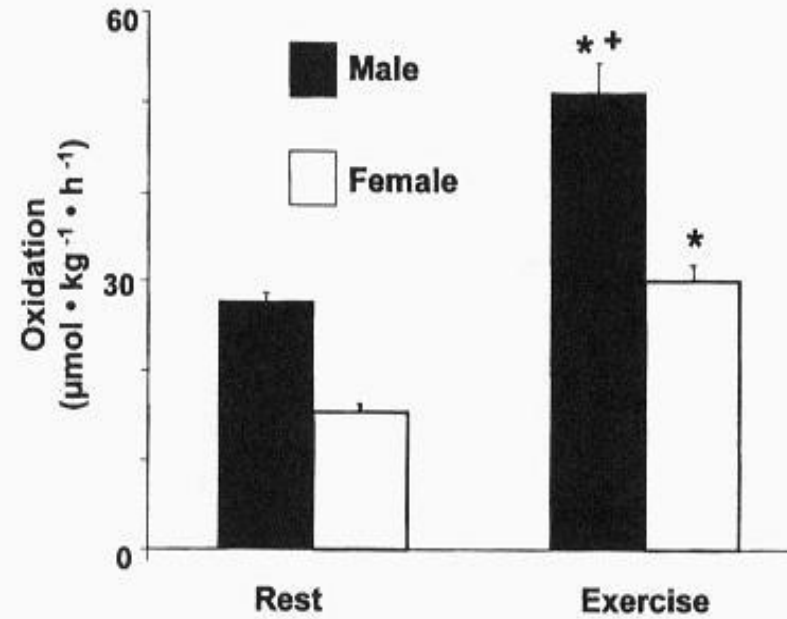
Et les protéines ?



Course : 16km, 63% VO₂max

- Excrétion urinaire d'azote et [urée]_p
 < chez la femme à l'exercice.

(Tarnopolsky et al. 1990)



Course: 90 min, 65% VO₂max

- Oxydation de leucine marquée
 < chez la femme à l'exercice.

(Phillips et al. 1994, Mc Kenzie et al. 2000, Lamont et al. 2001)

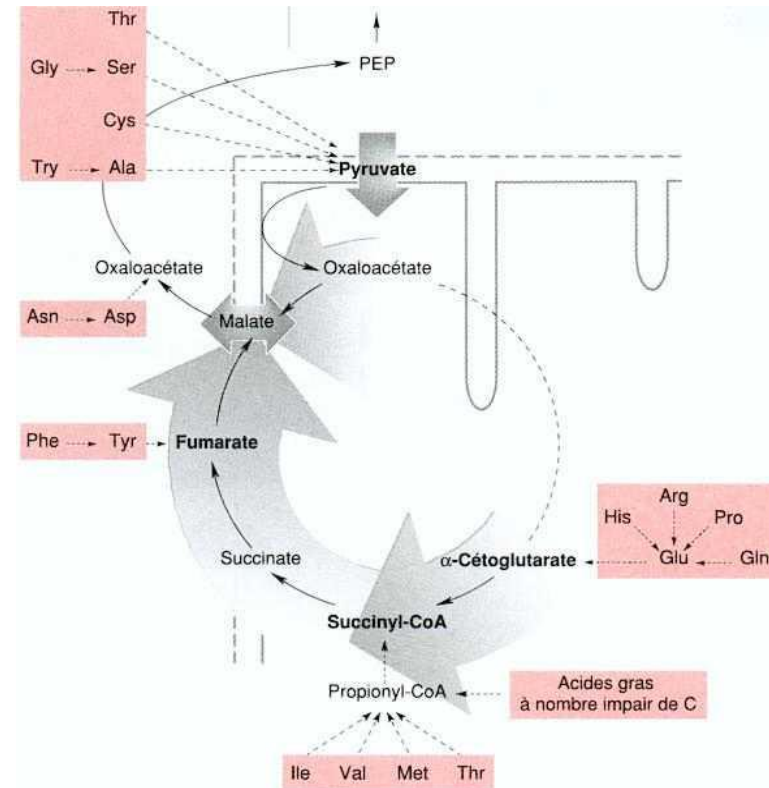
Métabolisme des protéines (2)

- Activité similaire F/H de l'enzyme limitant l'oxydation musculaire des acides aminés ramifiés (la glutamate déshydrogénase ou BCOAD)

(Mc Kenzie et al. 2000)

- L'utilisation réduite des acides aminés pourrait être due à l'effet anaplérotique du CTC et est donc directement liée à l'épargne des glucides chez la femme.

(Tarnopolsky 2003)



Apports protéiques en récupération



-Exercice chronique “course, saut, lancer” chez l’homme et la femme:
Bilan azoté négatif si consommation standard en protéines: $0.8\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{Jour}^{-1}$



↗ de l’apport protéique



- **Chez l’homme: $\pm 1.25\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{Jour}^{-1}$**

- **Chez la femme: $\pm 1.1\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{Jour}^{-1}$**

(Tarnopolsky et al. 1988, Philipps et al. 1993, Lamont et al. 2001)

Spécificités hormonales
expliquant les différences
inter-sexes...

Imprégnation hormonale : 17β -oestradiol

↪ A l'exercice chez le rat ou la rate ovariectomisée

Administration de 17β -oestradiol :

- Epargne du glycogène musculaire et hépatique et ↗ de l'utilisation des lipides totaux

(Hatta et al. 1988, Kendrick et al. 1987, 1991)

- ↗ de l'utilisation $[TG]_{\text{musculaires}}$ et $[AGNE]_{\text{plasma}}$

(Ellis et al. 1994, Kendrick et al. 1987)



Au niveau enzymatique, l'administration de 17β -œstradiol chez le rat:

- ↗ de l'activité de la LPL musculaire, ↘ de la LPL adipocytaire,
- ↗ de l'activité de la CAT-1 et β -HAD

(Ellis et al. 1994, Hamosh et al. 1975, Ramirez 1981, Wilson et al. 1976, Campbell et al. 2001)

Imprégnation hormonale et spécificité métabolique homme/femme



- Chez la femme ménopausée ou chez l'homme, l'administration de 17β -œstradiol \searrow R_a et R_d glucose à l'exercice (Ruby et al. 1997, Carter et al. 2001)

- Apport élevé ou peu élevé en 17β -œstradiol après suppression pharmacologique de la production de GnRH chez le sujet féminin:

Epargne du glycogène majorée à l'exercice avec 17β -œstradiol élevé
(d'Eon et al. 2002)

- Hormone mâle: la testostérone (10 à 15 fois les valeurs / femme)

Administration de testostérone chez l'homme:

- \Uparrow \nearrow la synthèse protéique, \nearrow la masse maigre (Ferrando et al. 1998)

Effet des oestrogènes sur la récupération

- Chez l'animal et chez l'homme:

Protection contre le stress oxydant et les dommages musculaires grâce à l'imprégnation en œstrogènes.

Mécanismes d'action non totalement élucidés

Les œstrogènes

- stabiliseraient les membranes musculaires
- piégeraient directement ou via récepteurs les **RL** (résultats controversés)
- limiteraient la pénétration des leucocytes dans le muscle
- stabiliseraient les taux intracellulaires d'ATP

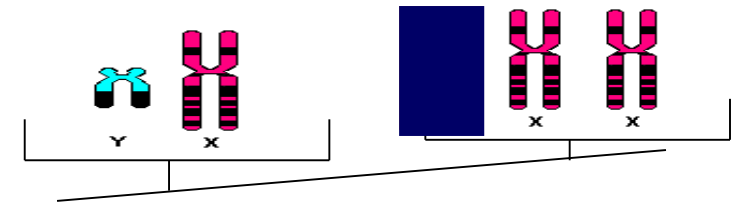
(Tiidus 2003, Bar et al. 1988)

- Les contraceptifs oraux et la testostérone ne présentent pas cette action antioxydante ou anti-inflammatoire.

Influence des hormones sexuelles sur le métabolisme énergétique à l'exercice

1- Exercice bref et intense:

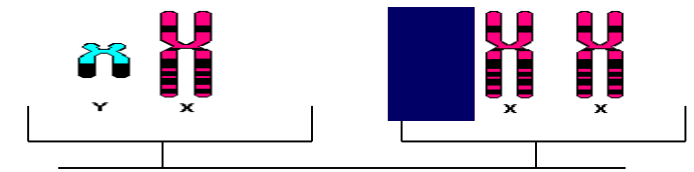
Impact majeur de la testostérone chez
l'homme dans l'explication des \neq intersexes



2- Exercice prolongé :

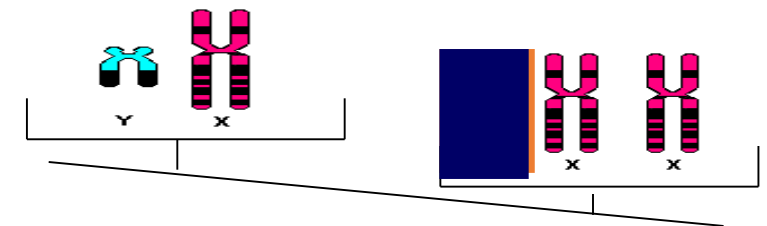
Evolution des volumes et intensités de pratique
Effet oestradiol + progestérone

- \searrow \neq intersexes avec la durée de l'exercice (lipides ++)



3- Récupération

- exercice court: récupération plus rapide
- Impact des oestrogènes / stress oxydant et aux dommages musculaires à l'exercice long



**EFFETS BENEFIQUES DE LA MASSE GRASSE
SUR LES CAPACITES PHYSIQUES
DE LA FEMME**

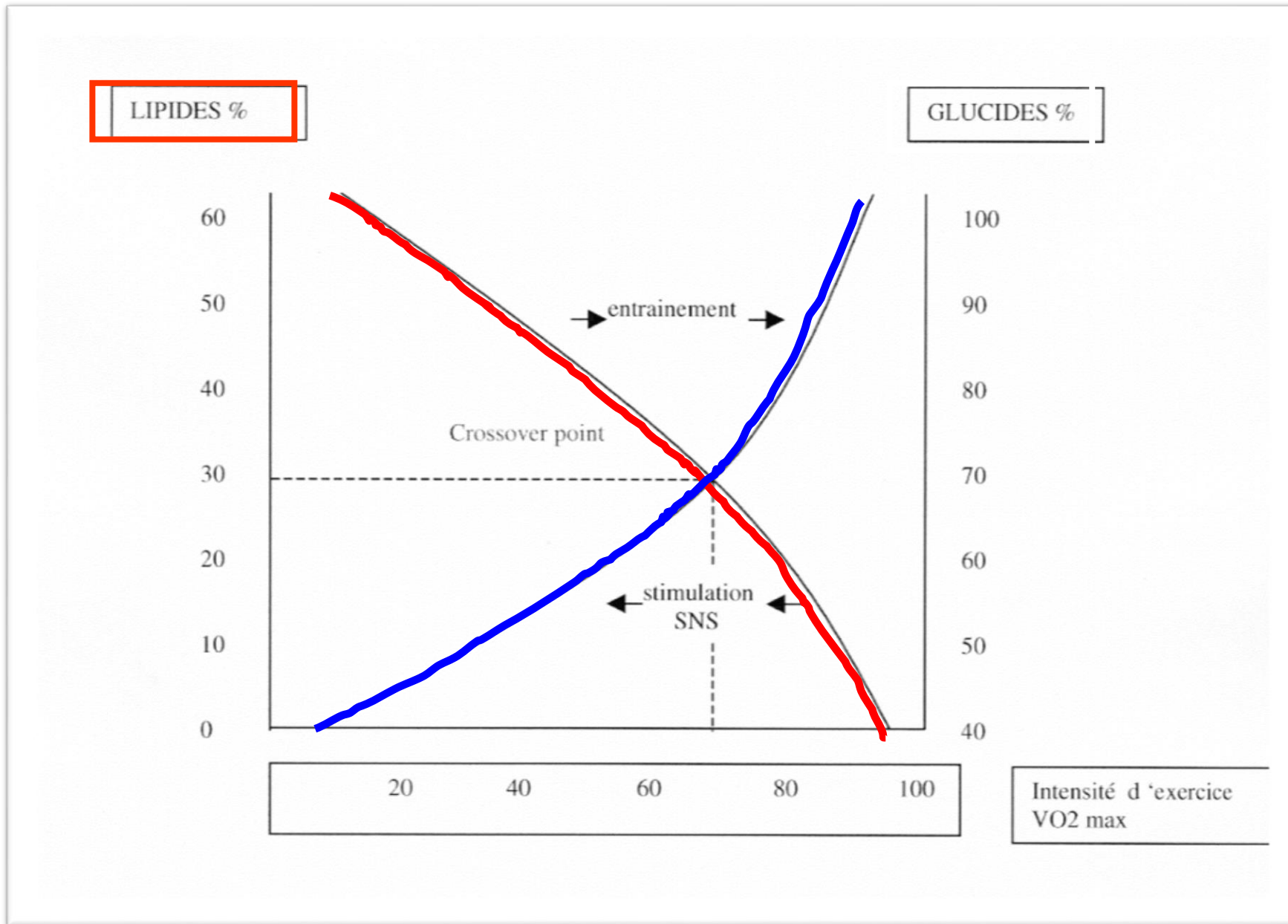
Le capital adipeux de la femme

- A poids et taille identiques, la femme a en moyenne 30 à 50 % de masse grasse en plus qu'un sujet masculin (l'♂ : 10 à 25 % et 18 à 30 % chez la ♀).
- une masse musculaire moindre ($\approx 30\%$) ainsi qu'un contenu total de l'organisme en eau inférieur (56 % chez les hommes versus 51,7 % chez les femmes)

Tableau I – Composition corporelle en fonction du sexe et de l'entraînement (1).

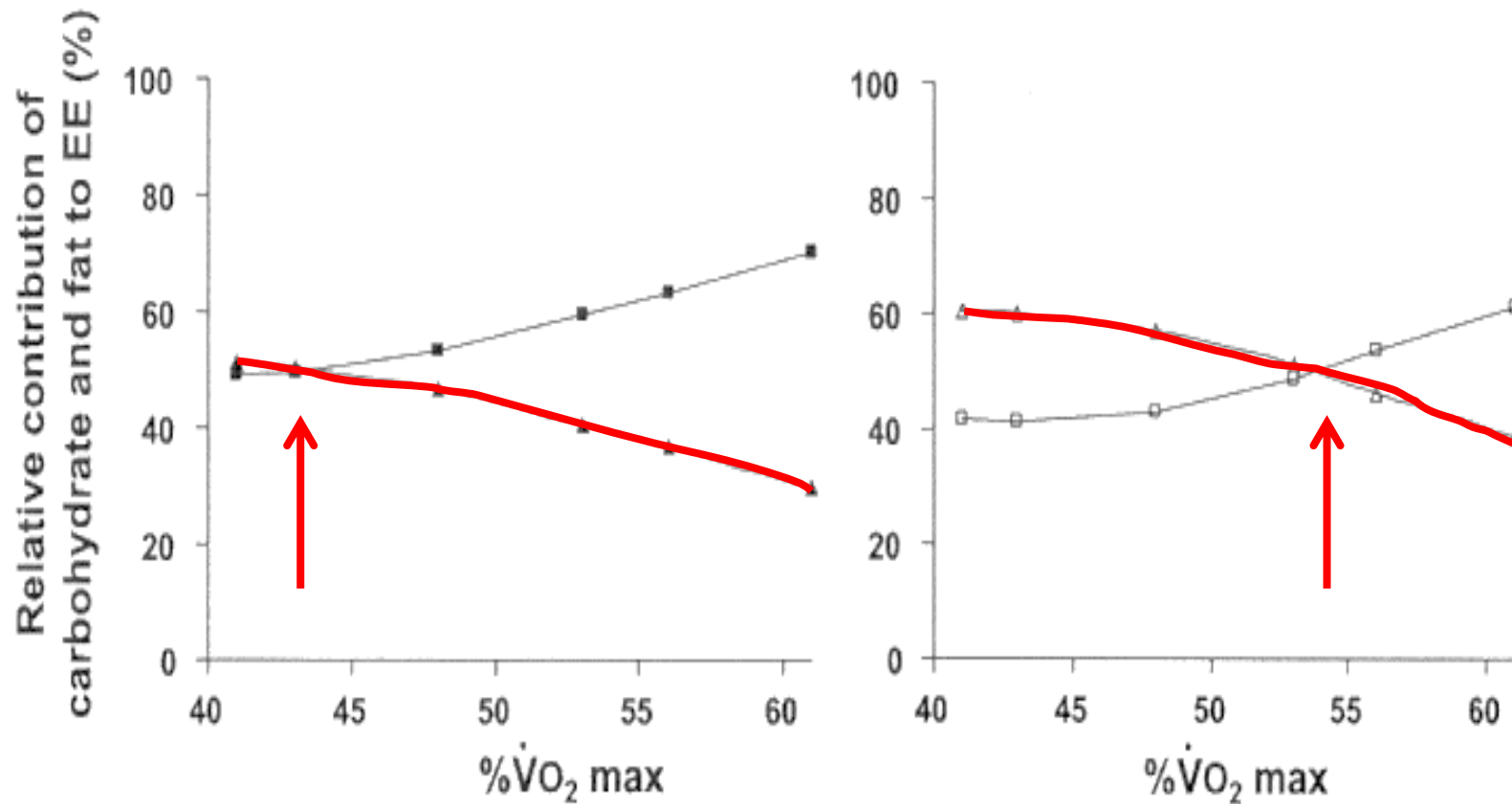
Variables	Hommes		Femmes	
	Sédentaires	Entraînés	Sédentaires	Entraînés
Age (années)	24,7 ± 4,5	22,3 ± 5,1	22,4 ± 2,8	23,8 ± 5,7
Taille (cm)	178,1 ± 8,5	175,2 ± 5,7	163,1 ± 5,6	169,4 ± 8,9
Poids (kg)	73,3 ± 9,7	67,87 ± 5,30	55,39 ± 3,92	57,51 ± 5,93
BMI (kg/m ²)	23,2 ± 3,4	22,1 ± 1,0	20,9 ± 1,7	20,0 ± 1,4
% de MG	20,5 ± 9,3	8,6 ± 2,8	28,5 ± 4,9	15,1 ± 3,0
MM (kg)	57,88 ± 6,77	62,05 ± 4,43	39,25 ± 2,58	49,91 ± 4,84
Eau (kg)	41,08 ± 4,56	43,23 ± 3,59	28,64 ± 2,08	34,68 ± 3,48

(MG : masse grasse, MM : masse maigre ; MG et MM sont déterminées par absorptiométrie biphotonique ; l'eau totale de l'organisme est mesurée par pesée hydrostatique).

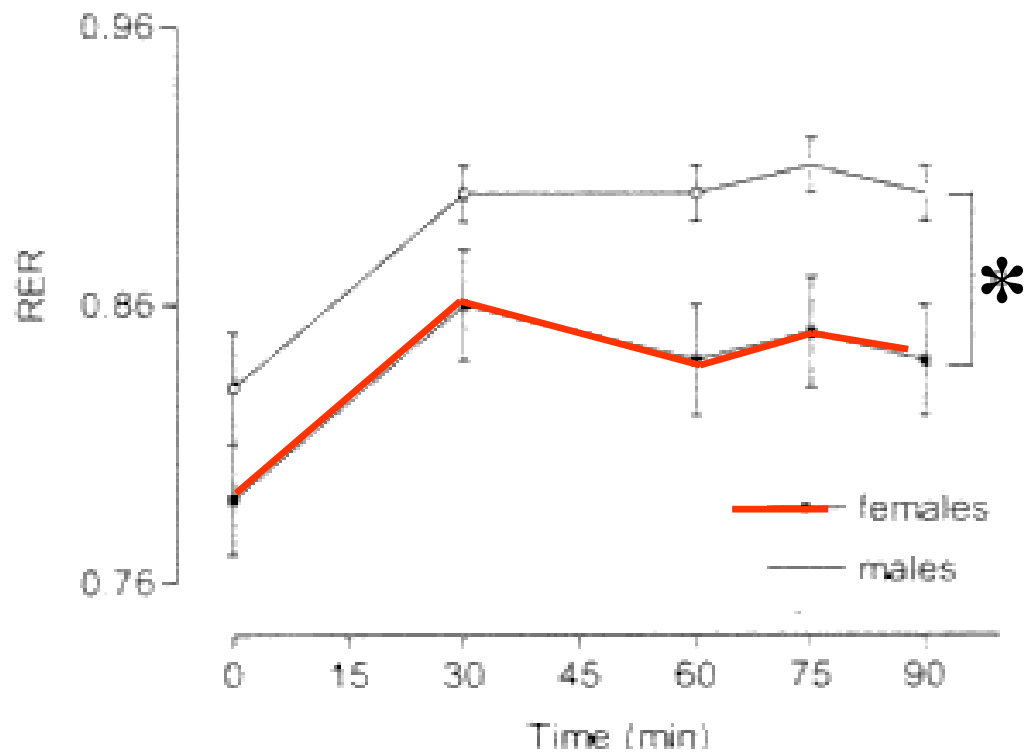


HOMMES (n=157)

FEMMES (n=143)

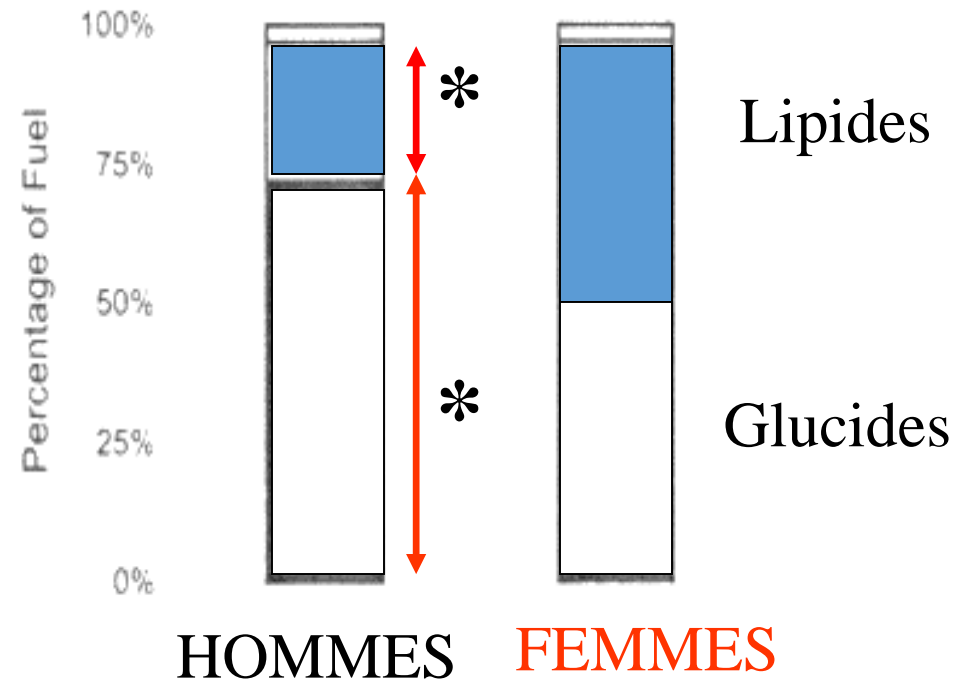


Les lipides restent le substrat énergétique prédominant à des intensités d'exercice plus élevées chez la femme que chez l'homme.

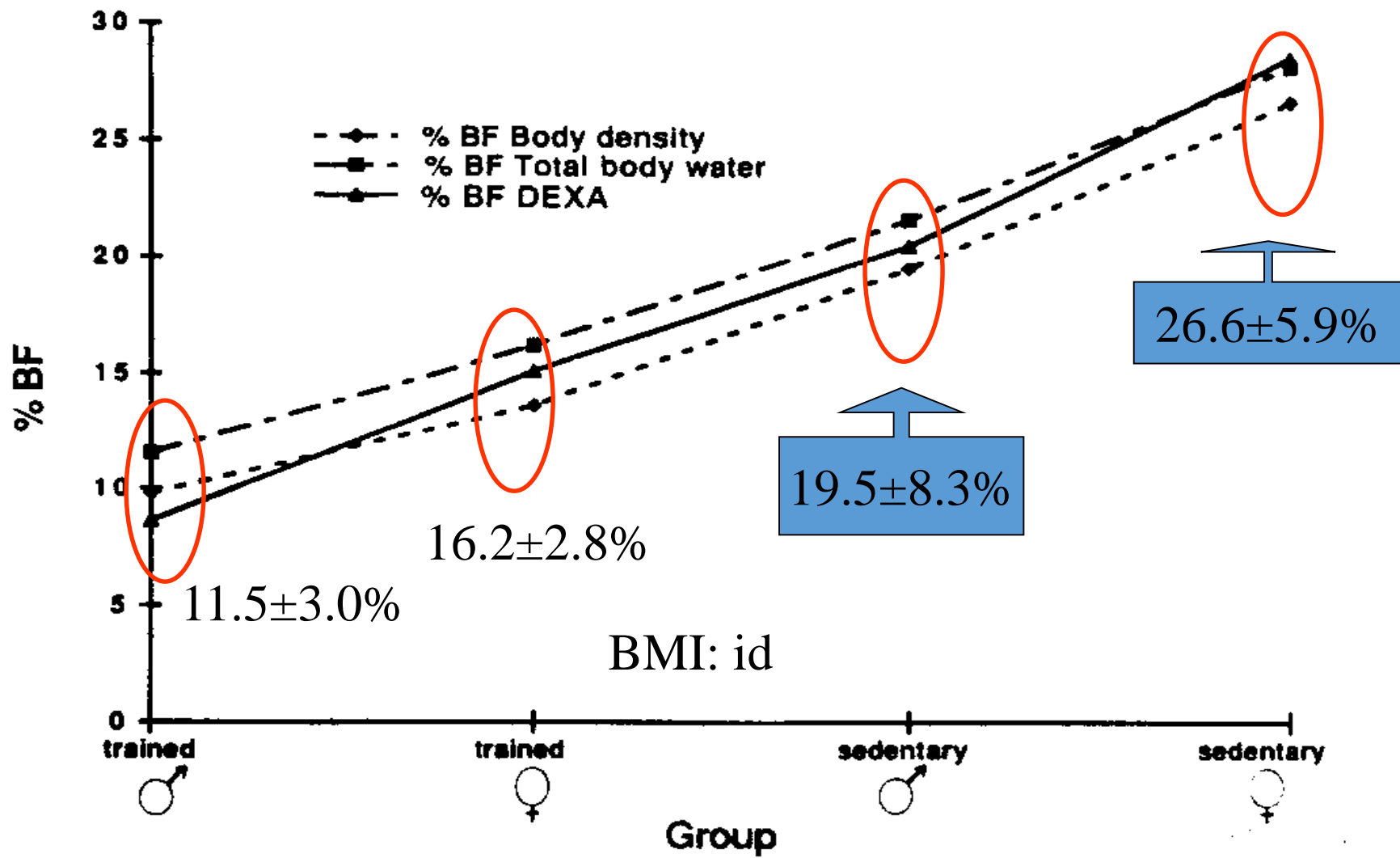


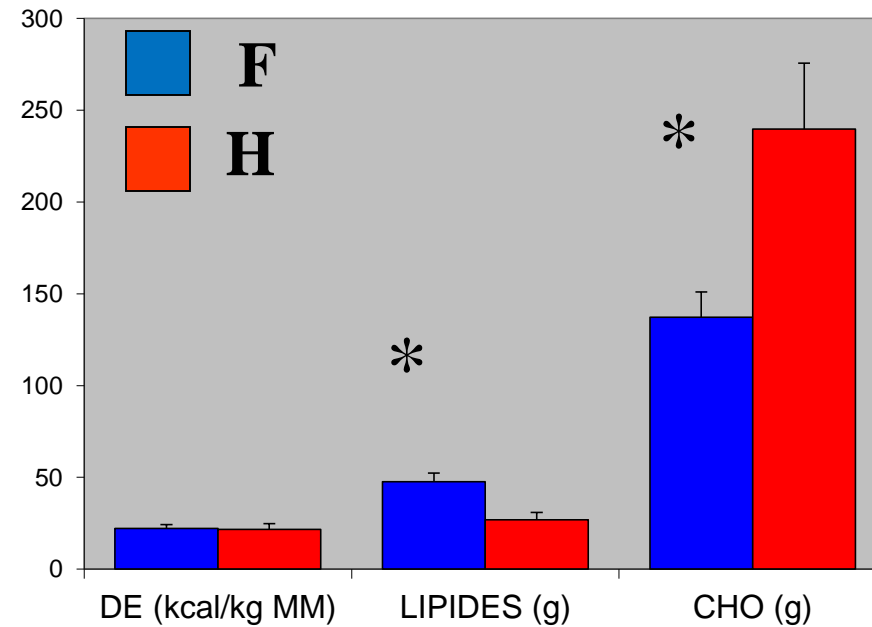
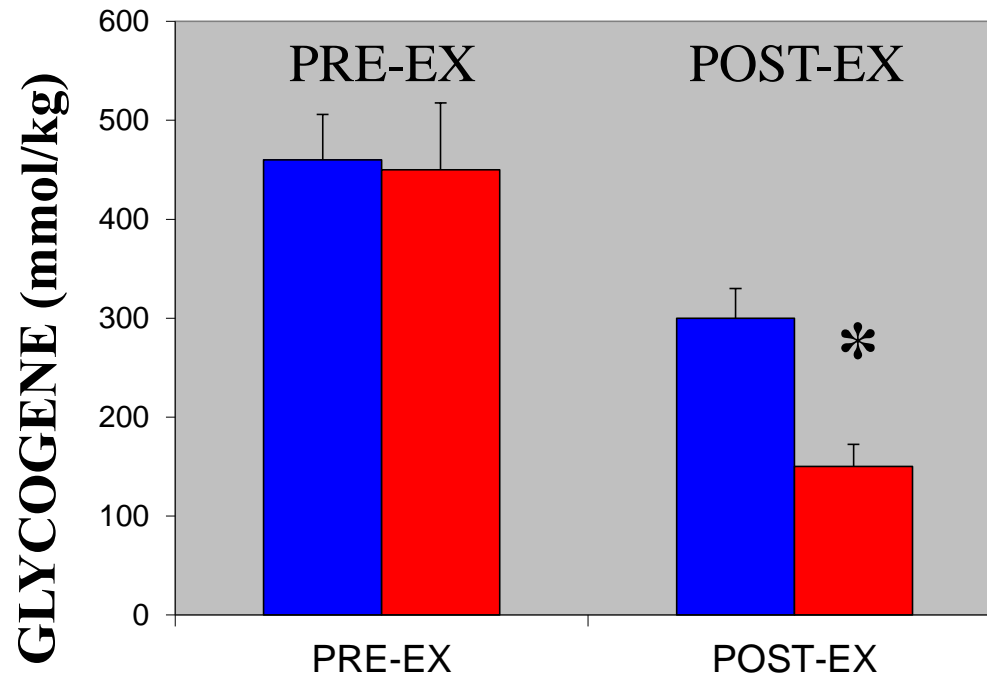
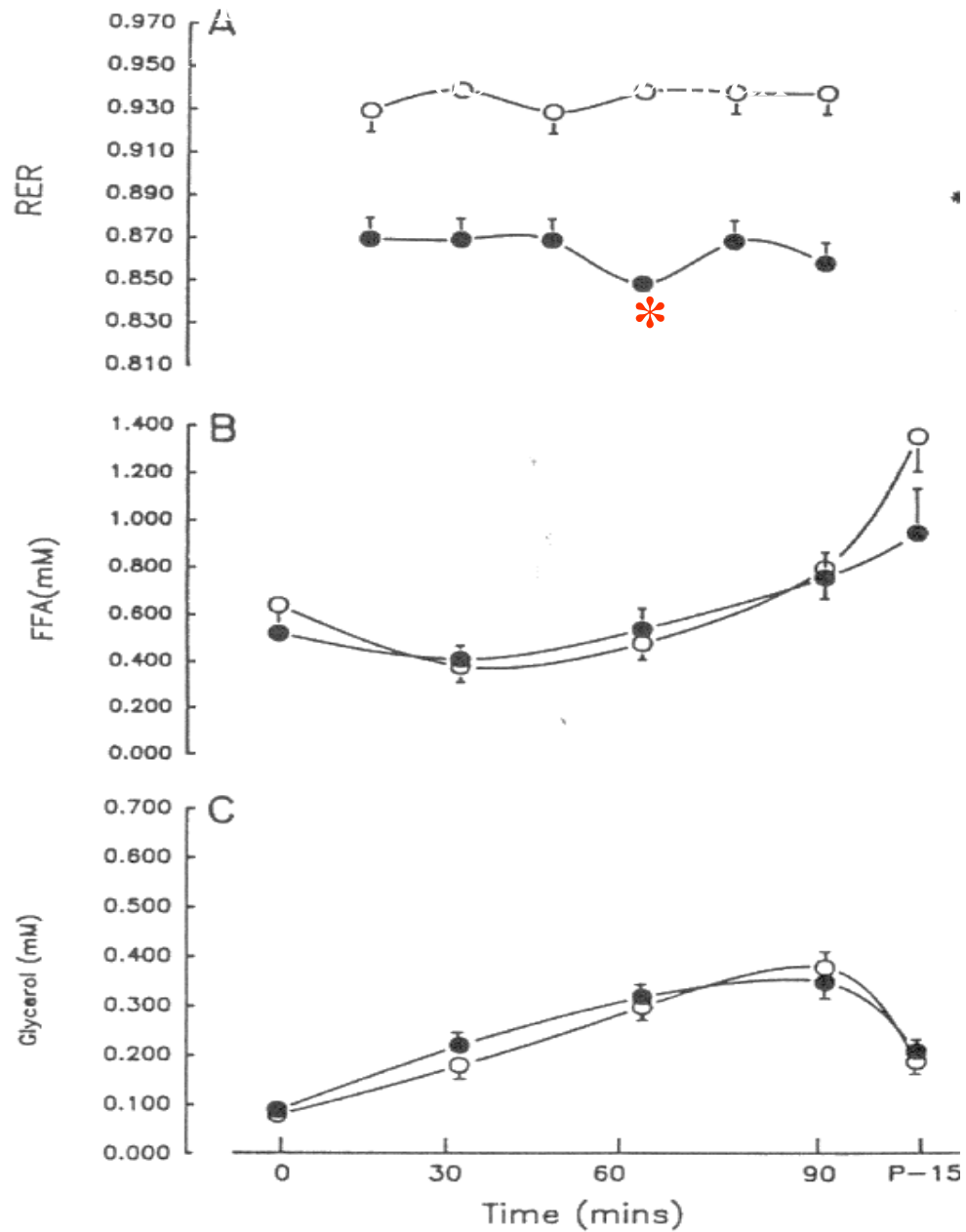
90 min 60% VO₂ max

Glycerol Ra : F>H



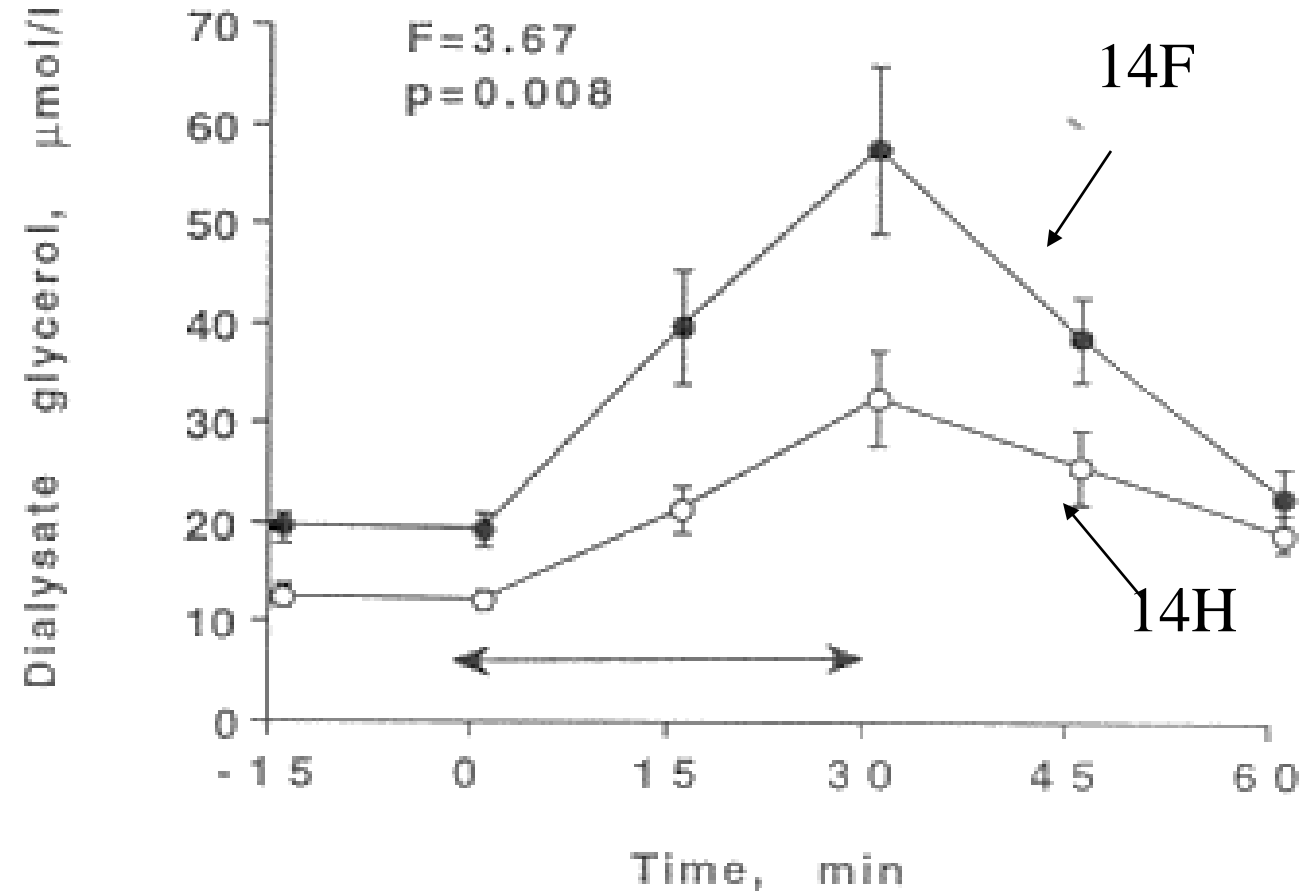
EFFETS DE L'ENTRAINEMENT



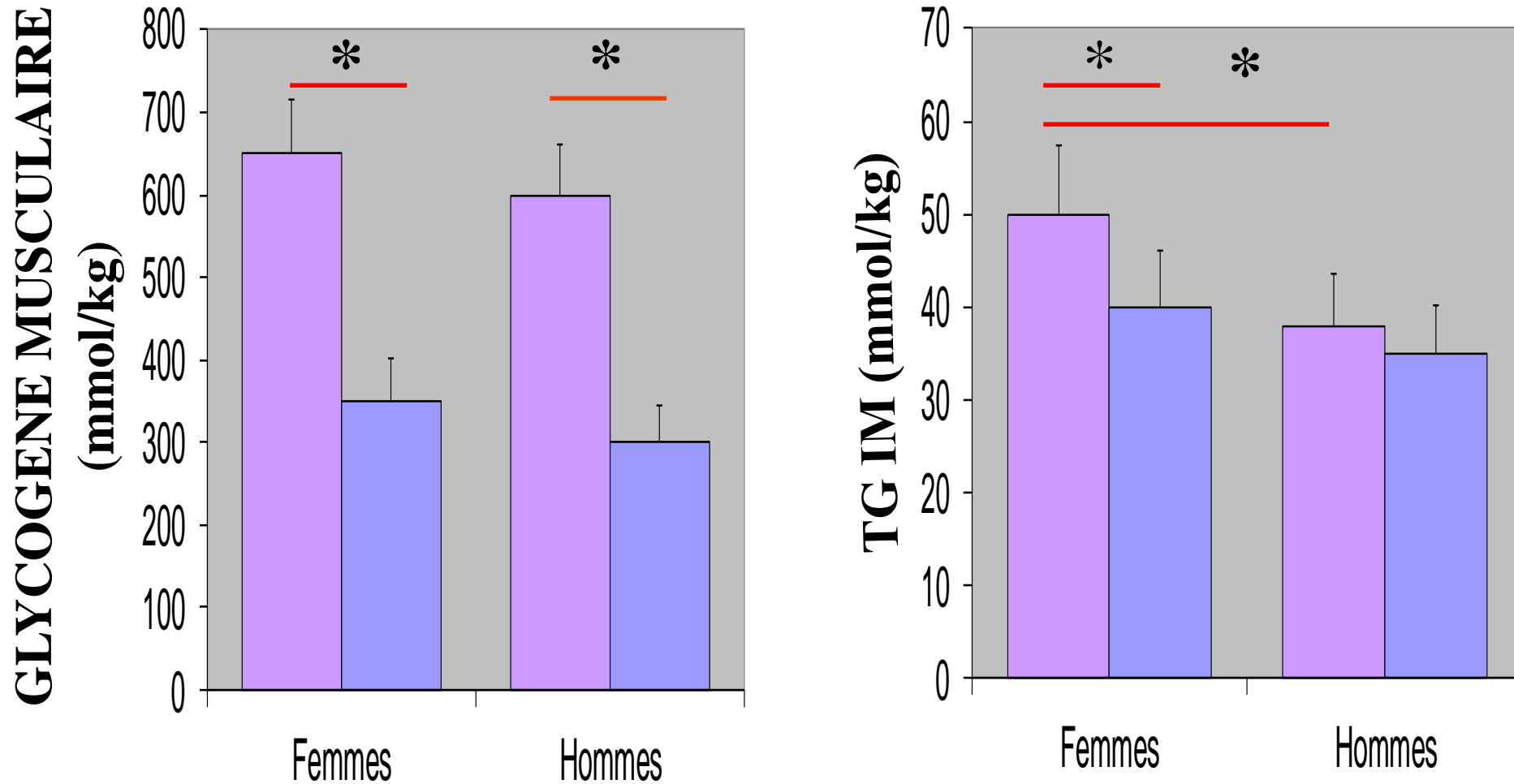


Tarnopolsky *et al* JAP 68: 302, 1990

Tissu adipeux sous cutané abdominal



LIPOLYSE INTRAMUSCULAIRE



COMPOSITION MUSCULAIRE

	Sédentaires	Entraînées	Sédentaires	Entraînés
Type I (%)	58.8±2.3	70.8±3.1	48.3±3.5	65.0±2.9
Type IIA	27.9±3.1	24.8±2.8	31.2±3.5	26.9±3.1
Type IIB	10.6±1.4	3.9±0.9	18.6±2.7	7.7±2.7

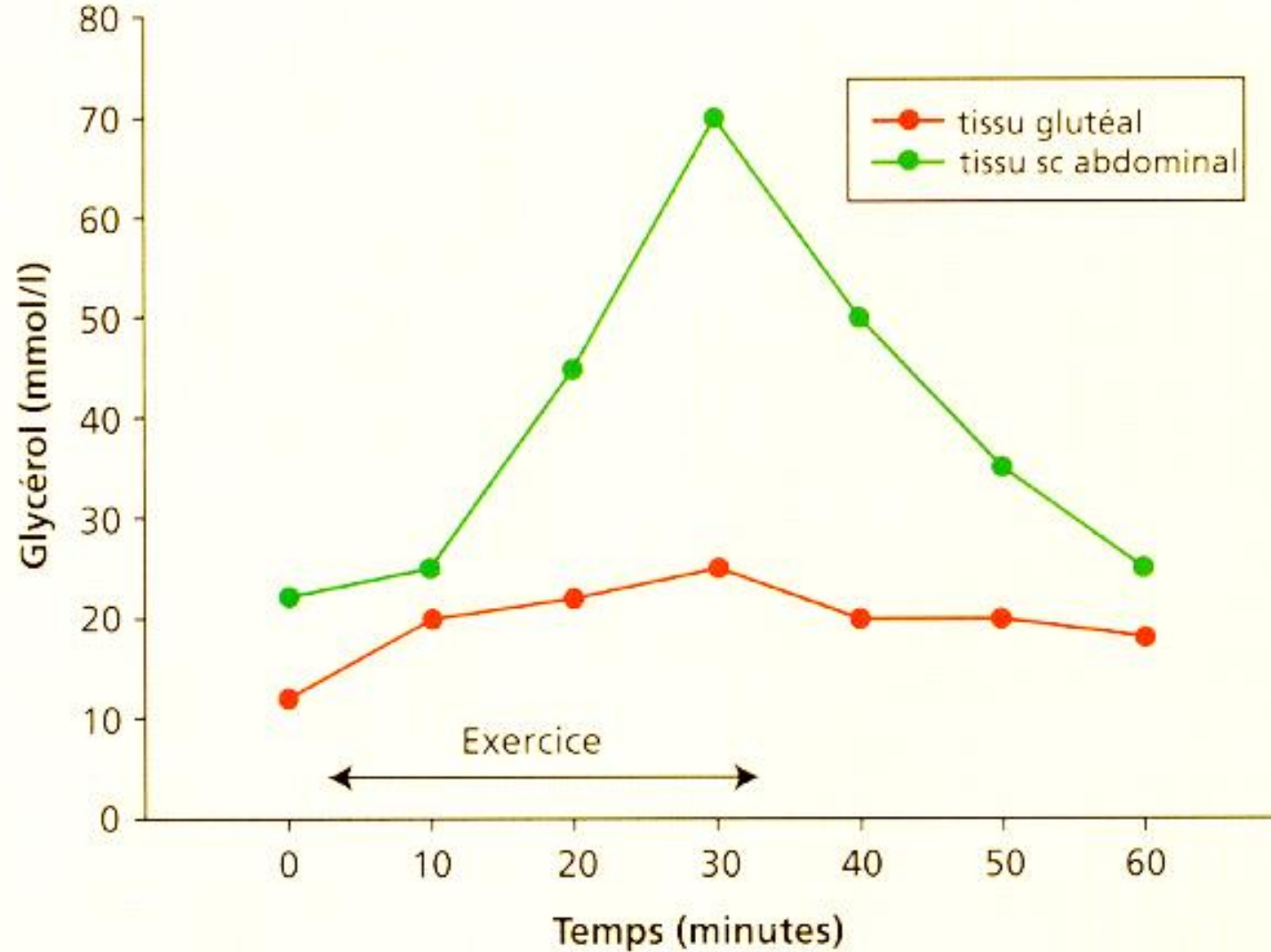
Enzymes oxydatives/enzymes glycolytiques : F > H

Au total

- Oxydation lipides au cours exercice intensité modérée:
 $F > H$
- Tissu sous-cutané : $F > H$
- Mobilisation et utilisation des TG IM : $F > H$
- Entraînement en endurance : ↓ masse grasse

Tissu adipeux fémoro-glutéal: $F < H$

EXERCICE MUSCULAIRE ET HETEROGENEITE DU TISSU ADIPEUX



DEXA et IRM

-1.7kg

masse musculaire : +1kg

masse grasse -2,6 kg



Jambes : +5,5 %



Bras : -31%

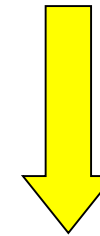
Homme : abdomen-tronc > bras > jambes

Femme : bras > tronc > jambes

Pour une fois que
je les sème tous
en faisant
du lard!



Analyse des déterminants
des performances sportives



Masse grasse

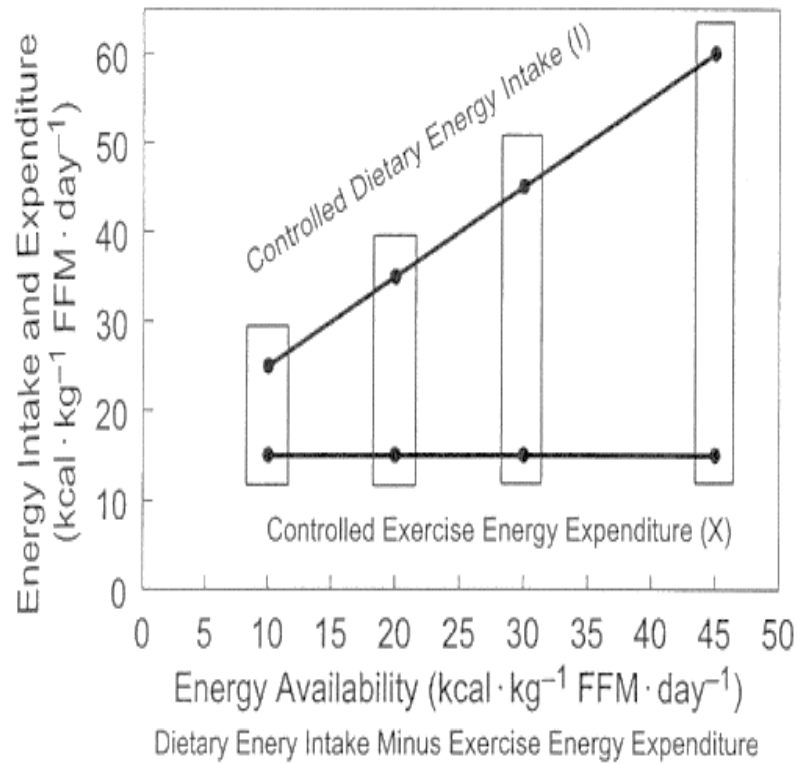


Fig. 9. Experimental design. Women were assigned to contrasting energy availability treatments of 45 and 10, 45 and 20, and 45 and 30 $\text{kcal} \cdot \text{kg}^{-1} \text{FFM} \cdot \text{day}^{-1}$. All participants performed $15 \text{ kcal} \cdot \text{kg}^{-1} \text{FFM} \cdot \text{day}^{-1}$ of exercise at $70\% \dot{V}O_{2\text{max}}$ under supervision while their dietary energy intake was controlled to achieve the intended energy availability treatments ($1 \text{ kcal} = 4.18 \text{ kJ}$) (reproduced with permission from Loucks and Thuma, 2003). ©The Endocrine Society.

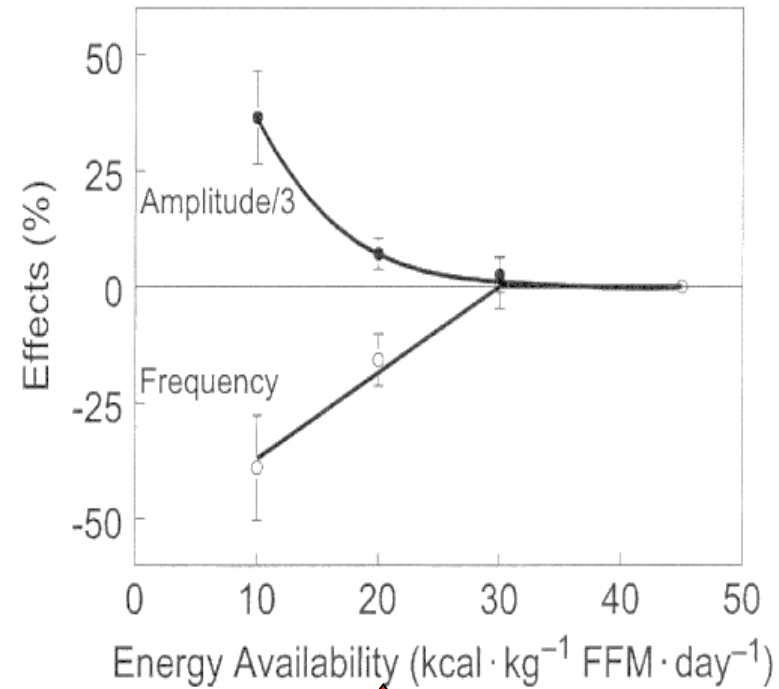


Fig. 10. Incremental effects of low energy availability on LH pulse amplitude (●, top) and LH pulse frequency (○, bottom). Effects are expressed relative to values at $45 \text{ kcal} \cdot \text{kg}^{-1} \text{FFM} \cdot \text{day}^{-1}$ energy availability. LH pulse amplitude has a negative relationship with energy availability, while LH pulse frequency has a positive relationship with energy availability.

**Seuil de déficit énergétique
- 470 kcal/jour**

approximately $30 \text{ kcal} \cdot \text{kg}^{-1} \text{FFM} \cdot \text{day}^{-1}$ and become more extreme as energy availability is further reduced below $20 \text{ kcal} \cdot \text{kg}^{-1} \text{FFM} \cdot \text{day}^{-1}$ ($1 \text{ kcal} = 4.18 \text{ kJ}$) (reproduced with permission from Loucks and Thuma, 2003). ©The Endocrine Society.

- Ces différences quantitatives s'accompagnent aussi de différences de répartition du tissu adipeux en fonction du sexe : la répartition du tissu adipeux varie selon le sexe et évolue différemment avec l'âge dans chacun des sexes.
- Ces différences sont déterminées par les différences en hormones sexuelles, puisqu'elles apparaissent à la puberté et s'amenuisent après la ménopause.
- A la puberté, la MG (sous-cutanée) augmente chez la fille (+ 120 %, alors que le poids total augmente de 40 à 50 %) sous l'action des œstrogènes. Cet effet n'est pas observé chez le garçon.

- Ces variations de répartition régionale du tissu adipeux selon le sexe recouvrent des différences dans la cellularité du tissu, mais aussi des différences dans les aptitudes métaboliques des adipocytes des différents dépôts et donc, dans leur rôle métabolique.

Selon sa localisation, le tissu adipeux a un rôle différent. La localisation sous-cutanée fémorale (typiquement féminine) semble être une réserve d'énergie qui sera utilisée au cours de la grossesse et de l'allaitement car, en dehors de ces circonstances, ces adipocytes ont une activité lipolytique très faible



- Les adipocytes mésentériques et omentaux (tissu adipeux viscéral ou intra-abdominal) constituent une réserve d'énergie immédiatement disponible puisque les acides gras libérés arrivent directement au foie, à partir duquel ils peuvent être libérés dans la circulation générale, utilisés in situ par voie oxydative ou transformés en glucose (néoglucogénèse).



Les adipocytes sous-cutanés (autres que glutéo-fémoraux) ont une activité lipolytique intermédiaire. Ainsi, chez des sujets de poids normal et à quantité de masse grasse identique, les hommes ont plus de masse grasse abdominale alors que les femmes concentrent leur masse grasse au niveau sous-cutané.

Effets de l'exercice physique modéré

- Au repos et au cours de l'exercice d'intensité faible à modérée, la plupart des auteurs ont montré que l'utilisation des lipides était plus importante chez les femmes comparées à des sujets masculins (calorimétrie indirecte : QR femmes < QR hommes), l'exercice étant réalisé à même puissance relative.
- De plus, lors d'exercices réalisés à des intensités relatives identiques chez des sujets non entraînés, une diminution de l'utilisation nette du glycogène et de plus faibles concentrations de lactate ont été observées chez les femmes comparées à des sujets masculins.
- Par contre, ces différences de QR disparaissent lors d'exercices d'intensité plus élevée puisque, dans ces conditions, l'utilisation massive et majoritaire des glucides masque les différences potentielles d'utilisation des lipides.

- Quand on s'intéresse aux effets métaboliques de l'exercice au niveau non plus du corps entier (calorimétrie indirecte), mais du tissu adipeux lui-même, la technique de microdialyse in situ des dépôts adipeux permet d'analyser les réponses métaboliques locales.
- A l'échelon du tissu adipeux, l'exercice stimule la lipolyse via l'augmentation de la noradrénaline et de l'adrénaline plasmatiques et la diminution des concentrations plasmatiques d'insuline. Les catécholamines contrôlent la lipolyse par une action double : stimulation via les β -récepteurs et inhibition via les α_2 -récepteurs. L'effet résultant des catécholamines est déterminé par la contribution relative de ces deux voies.

- Quand on compare les sujets des deux sexes, la lipolyse du tissu adipeux sous-cutané abdominal au repos ou au cours de l'exercice d'intensité modérée ne diffère pas chez des sujets non entraînés.
- Mais par contre, il existe des différences de réponse lipolytique à l'exercice en fonction de la localisation des tissus adipeux. Au cours de l'exercice, dans les deux sexes, la lipolyse du tissu adipeux sous-cutané abdominal augmente de façon importante. Celle du tissu adipeux fémoro-glutéal augmente aussi, mais de façon plus faible. Et cette différence est encore plus marquée chez la femme. Ce qui explique probablement la difficulté à mobiliser ce tissu adipeux chez la femme, même au cours d'exercices qui stimulent la lipolyse des autres dépôts.

Effets de l'entraînement en endurance

- L'entraînement en endurance est associé à une diminution de la masse grasse dans les deux sexes, mais le dimorphisme sexuel se maintient néanmoins après entraînement (Tab. I). Une des raisons expliquant cette diminution de la masse grasse après entraînement en endurance, est que les sujets des deux sexes augmentent leur utilisation de lipides lors d'un exercice réalisé à la même puissance relative qu'avant l'entraînement .
- Mais en plus, de nombreuses études mettent en évidence une oxydation des lipides plus élevée au cours de l'exercice chez la femme entraînée, comparée aux sujets masculins entraînés.
- Ainsi, le travail de Tarnopolsky et coll. (90) confirme les différences entre les sexes, déjà mises en évidence chez les sujets non entraînés. Six hommes et six femmes, de même niveau d'entraînement en endurance ($VO_2\text{max}$ en ml/min supérieur chez les sujets masculins, mais identique dans les deux sexes quand il est rapporté au kg de masse maigre), ont réalisé une course de 15,5 km sur tapis roulant à 65 % de $VO_2\text{max}$ (durée de course : 90-101 min).

- le travail de Tarnopolsky et coll.(90) confirme les différences entre les sexes, déjà mises en évidence chez les sujets non entraînés.
- 6 ♂ et 6 ♀ de même niveau d'entraînement ont réalisé une course de 90-101min sur tapis roulant à 65 % de VO₂max.
 - QR moyen pendant l'exercice : 0,87 chez les ♀ versus 0,93 chez les ♂ ;
 - lipides oxydés : 27 g chez ♂ versus 48 g chez ♀
 - glucides oxydés : 240 g chez les ♂ versus 137 g chez les ♀).
- les femmes économisent plus leur glycogène musculaire (l'utilisation de glycogène est plus élevée de 25 % chez les hommes), ce qui suggère que si les sujets avaient continué l'exercice jusqu'à épuisement, les hommes auraient probablement épuisé plus rapidement leurs réserves de glycogène. Ces résultats confirment la prédisposition naturelle des femmes pour les exercices en endurance, en consommant plus de lipides et donc en épargnant davantage leurs réserves de glycogène que les sujets masculins lors d'exercices d'intensité moyenne

- Le travail de Jeukendrup (2005) montre que l'intensité de l'exercice reste le déterminant principal de l'oxydation des lipides, le sexe expliquant 12 % de la variabilité interindividuelle de l'oxydation de lipides au cours de l'exercice.
- Dans ce travail, 300 hommes et femmes de tous niveaux d'entraînement ($VO_2\text{max}$ allant de 20 à 80 ml/kg/min) ont réalisé un exercice d'intensité croissante jusqu'à épuisement et l'oxydation des différents substrats a été déterminée par calorimétrie indirecte.
- A même intensité relative, les femmes ont un taux d'oxydation des lipides plus élevé que les hommes. Elles retardent aussi leur passage aux glucides comme substrat énergétique prédominant quand l'intensité de l'exercice augmente. En d'autres termes, les lipides restent le substrat énergétique prédominant à des intensités d'exercice plus élevées chez la femme que chez l'homme.

- Il existe une sensibilité différente aux effets de l'entraînement selon la localisation du tissu adipeux et selon le sexe.
- Nindl et coll. (2000) ont montré que si dans les deux sexes, la masse grasse diminuait après entraînement, la hiérarchie de mobilisation des différents dépôts adipeux variait en fonction du sexe.
- 30 ♀ (environ 35 % de masse grasse) → programme de 24 semaines d'entraînement (1,5 h/j, 5 j/sem) qui associait endurance et résistance.
- À la fin du programme:
 - la perte de poids totale était de 1,7 kg.
 - ↗ de la masse musculaire totale (environ + 1 kg)
 - ↘ de la masse grasse totale (- 2,6 kg).
 - ↘ bras (- 31 %, sans gain de masse musculaire)
 - ↗ de masse musculaire au niveau des jambes (+ 5,5 %, sans perte de masse grasse).
- surprenants: les jambes contiennent 8,2 kg de MG, soit 34 % de la MGTotale mais aucune mobilisation des réserves adipeuses à partir de cette région. Mais ils confirment une résistance à la mobilisation et à l'utilisation des lipides du tissu adipeux fémoral chez la femme.

- les auteurs proposent une hiérarchie de mobilisation du tissu adipeux, différente selon le sexe :
 - homme : abdomen-tronc > bras > jambes,
 - femme : bras > tronc > jambes.

- chez les ♀ : les lipides utilisés au cours de l'exercice ne proviennent pas exclusivement du tissu adipeux → les ♀ dégradent plus de TG intramusculaires pendant l'exercice que les ♂.
- Le muscle squelettique contient environ 300 mmol de TG, ce qui représente une énergie potentielle de 2 500 kcal. D'autre part, l'utilisation des TG intramusculaires pendant l'exercice est particulièrement efficace, car elle ne requiert pas la mobilisation de moyens de transport depuis un site extramusculaire (tissu adipeux), les TG intramusculaires étant à côté de leur site d'oxydation (les mitochondries musculaires).

La composition musculaire

- Parmi les facteurs favorisant l'oxydation des lipides au cours de l'exercice chez la femme, la composition musculaire joue un rôle important. Ainsi, les femmes ont plus de fibres de type I et un ratio plus élevé d'enzymes oxydatives par rapport aux enzymes glycolytiques que les hommes et ces différences persistent après entraînement en endurance.
- Un autre élément favorisant l'oxydation des lipides au cours de l'exercice chez la femme est la concentration plasmatique d'adrénaline, qui est supérieure chez les hommes pour un exercice de même intensité relative, ce qui pourrait augmenter le taux de la glycolyse musculaire et la production de lactate pendant l'exercice.

La disponibilité des acides gras libres

- Nielsen et coll. (2003) pour un même niveau de dépense énergétique (métabolisme de base), une plus grande disponibilité en acides gras libres (AGL) , le matin après 12 h de jeûne : plus 40 % chez la femme par rapport à l'homme.
- Néanmoins, cette plus grande libération d'AGL chez la femme n'est pas associée à une concentration plasmatique d'AGL plus élevée, ni à une oxydation plus élevée des lipides au repos. Ce qui signifie que les AGL libérés sont réestérifiés et restockés dans le tissu adipeux.

- Ces différences de base, physiologiques, peuvent devenir avantageuses dans des conditions où les besoins énergétiques augmentent. En effet, au cours de l'exercice, l'augmentation de la lipolyse est toujours plus lente que l'augmentation de la dépense énergétique et de l'oxydation des lipides. Les femmes pourraient alors être capables d'augmenter la proportion de lipides dirigés directement vers l'oxydation (avec une diminution concomitante de la réestérification des AGL) et donc de mieux coordonner la disponibilité en lipides et les besoins énergétiques en lipides au fur et à mesure que la dépense énergétique augmente.

En conclusion, la femme présente, quel que soit son niveau d'entraînement, de nombreux facteurs favorisant l'oxydation préférentielle des lipides au cours de l'exercice, soulignant sa prédisposition naturelle pour les exercices d'endurance et ses bonnes relations naturelles avec sa masse grasse

**SPORT
ET
GROSSESSE**



Transformations physiologiques liées à la grossesse

↑ Hb, débit cardiaque et capacités respiratoires

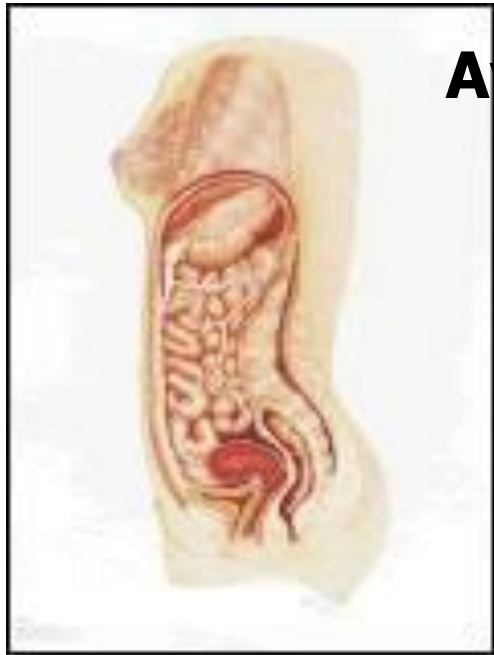
Gain de performance dans les sports d'endurance
+10 à 30%

Grossesse = dopage?

1956 JO de Melbourne : 10/26

1976 « Des grossesses ont été provoquées chez des championnes qu'on fit avorter 3 mois après. »

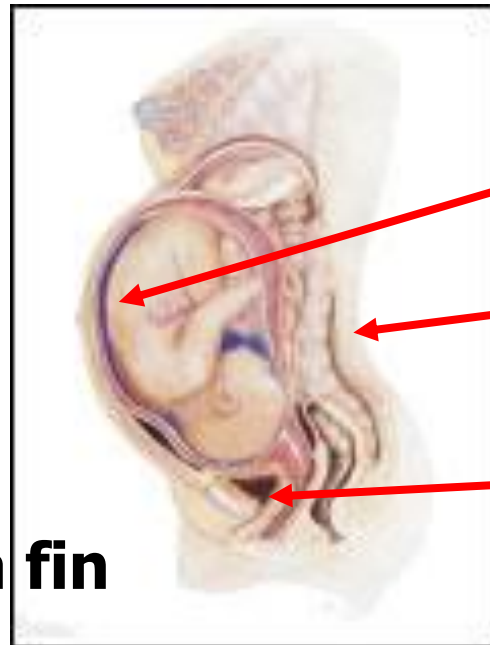
1988 Pr Huch: « Des sportives utilisent la grossesse à son début pour améliorer leurs performances. Elles interrompent ensuite leur grossesse entre le 3ième et le 6ième mois, le principe étant que les capacités sportives augmentent tant que la femme enceinte n'augmente pas de poids. »



Avant



Au début



A la fin

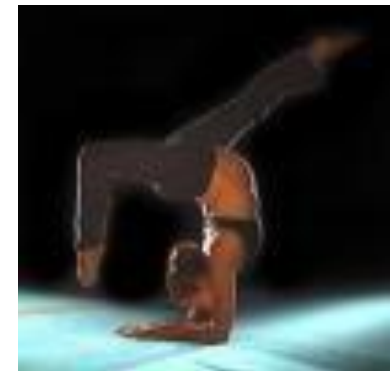
**Protrusion de
L'utérus**

Hyperlordose lombaire

**Bascule en avant
du bassin**

Modifications du système ostéoligamentaire maternel

- Rôle des hormones stéroïdiennes
 - Progestérone
 - Responsable d'un relâchement articulaire
 - Estrogènes
 - Hypocalcémie
 - Inhibe la synthèse de collagène: hyperlaxité ligamentaire
- Conséquences pour la sportive
 - Gain en souplesse et en amplitude articulaire
 - Amélioration de l'amplitude du mouvement
 - Fragilité accrue
 - Entorses, luxations, névralgies, dorso-lombalgies



GROSSESSE ET ACTIVITE PHYSIQUE

Influence du sport sur la grossesse

- fausse couche: NON
- malformations foetales: NON
- humeur ? (POMS: vigueur, fatigue)
- travail facilité

Recommandations

- 1er trimestre :

Pas d'arrêt du sport

Arrêt de compétition entre 8 et 12 semaines (utérus volumineux)

- 2ème trimestre:

Limitation locomotrice (Δ individuelles)

Limiter efforts importants, violents, prolongés mais conserver une activité adaptée (marche, natation, musculation: Abdo et lombaire douce)
en dehors de toute compétition.

Toute apparition d'anomalies du col : interdiction du sport

- A partir du 8ème mois : repos

ACCOUCHEMENT : SPORT ET POST PARTUM

dépend avant tout des conditions de l'accouchement et du tonus des muscles périnéaux

La restitution anatomique prend 3 à 6 mois

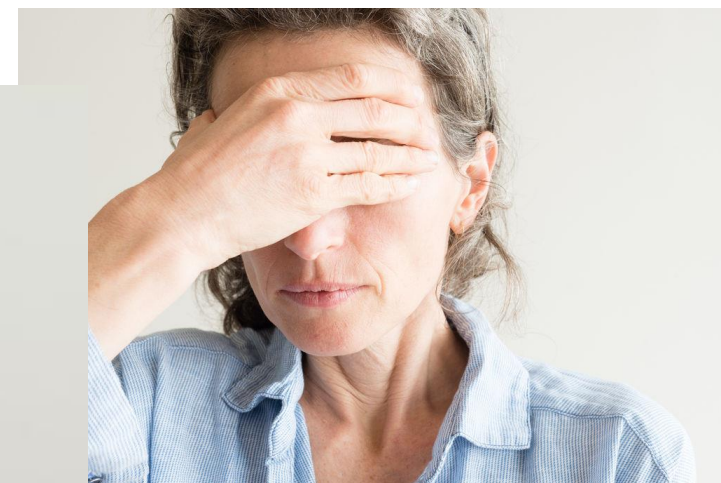
- après le 45ème jour, la reprise de l'activité sportive modérée sera autorisée si l'examen post-natal est normal

- reprise de entraînement intense : entre 3 à 6 mois après accouchement

ALLAITEMENT

Ce n'est pas une contre-indication (CI) au sport ni à la compétition

SPORT ET Ménopause



Effets des œstrogènes

Cerveau

Contribue au maintien de la température du corps

Cœur et foie

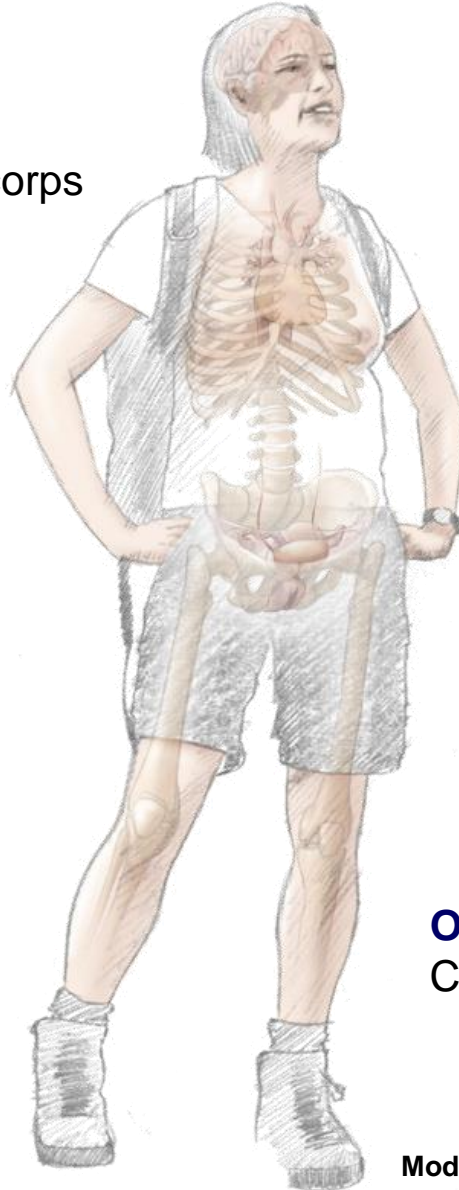
Régularisent la production de cholestérol/abaissent les plaques des artères coronaires

Ovaires

Stimulent la maturation et déclenchent le cycle menstruel

Vagin

Stimule la maturation et contribue au maintien de la lubrification et de l'épaisseur de la muqueuse vaginale



Seins

Stimulent le développement à la puberté et préparent les glandes à la production future de lait maternel

Utérus

Stimule la maturation et aide à préparer l'utérus au développement d'un fœtus

Os

Contribuent au maintien de la densité osseuse

Implications physiques	Implications psychologiques
Prise de poids(lourde, bouffie)	Perte de féminité, et capital beauté
Bouffées de chaleur	Vulnérable, peur d'être en public
Trouble de l'humeur	Très déstabilisée
Trouble du sommeil l(insomnies, fatigue..)	Affecte son caractère
Peau sèche et s'affine, les cheveux perdent de leur brillance,	Vieillessement de sa peau, preuve de vieillissement, transformation de l'identité du visage.
Trouble de la sexualité	RS mal vécues
Les seins moins fermes	Perte de féminité
Voix (20% patientes perdent les aigus..)	Masculinisation? La roue tourne....

Ménopause et système cardio vasculaire

Deux grandes études prospectives ont permis de confirmer tous les bienfaits de l'APS sur le système cardiovasculaire chez la femme ménopausée.

Pendant 20 ans, ils ont étudié des femmes moins de 1h d'APS/sem vs à celles 3,5h / sem.

Les premières augmentent leur risque coronarien de 58 %.

La conclusion de ces études est que l'activité nécessaire est de plus de 3 MET (Metabolic Equivalent Task) par heure.

Mais il n'y a pas de seuil et toute activité physique est bonne avec un effet-dose.

Ménopause et système musculo-squelettique

Activité physique et système musculo-squelettique Une revue de 28 études a permis de conclure que l'activité physique chez les femmes nouvellement ménopausées augmente la force et la coordination musculaire, donc diminue les chutes.

Pour ce qui est de la solidité osseuse, les résultats sont plus probants sur la diminution des fractures que sur le contenu minéral osseux.

Ménopause et prise de poids

Activité physique et poids La ménopause ne s'accompagne pas d'une prise de poids ; en effet, celle-ci est linéaire depuis l'âge de 30 ans. Cette prise de poids est liée au vieillissement musculaire. La perte progressive de la masse musculaire provoque une baisse du métabolisme de base responsable du positivisme de la balance énergétique entraînant une augmentation de la masse grasse. Au moment de la ménopause, une accentuation de la fonte musculaire, et donc une augmentation du rapport masse grasse/masse maigre, est invisible sur la balance mais très nette lorsque l'on s'intéresse à la composition corporelle.

L'exercice physique est un facteur majeur du maintien de la masse maigre et donc du poids et de la diminution des risques de la sarcopénie. C'est cette sarcopénie et cette augmentation du rapport masse grasse/masse maigre qui induisent l'insulinorésistance, elle-même si néfaste pour les risques vasculaire et carcinologique (4, 5).

Ménopause et Qualité de vie

- Une séance d'APS /sem ↘ de 22% le risque de dépression.
- De plus, l'exercice physique augmente les fonctions cognitives et diminue le risque de démence de 2% par 15 minutes d'exercice par semaine.
- Dans une étude interventionnelle, il a été prouvé que l'APS améliore le sommeil, l'endormissement et la qualité du sommeil, mais diminue les endormissements diurnes.
- Dans les études observationnelles, les femmes ayant une activité physique souffrent moins de bouffées de chaleur et des autres symptômes du syndrome climatérique et, lorsqu'il existe, il est moins sévère. Pour ce qui est des études interventionnelles, elles sont nettement moins probantes .

MAIS...

- Effets indésirables de l'exercice physique après la ménopause On ne peut nier qu'un exercice physique trop brutal (appelé parfois sport) a des effets délétères sur les articulations conduisant, par la douleur induite, à la sédentarité, donc à la prise de poids, donc à l'inverse de ce que l'on recherche.
- Une utilisation plus raisonnable du corps s'est accompagnée d'une nette augmentation de l'espérance de vie jusqu'à ce que l'activité physique passe au-dessous d'un seuil amenant une détérioration du capital santé.

- En postménopause, l'exercice physique a bien des effets bénéfiques sur le vieillissement musculaire et sur les conséquences de la carence estrogénique sur les organes vitaux.
- Les effets directs sur la qualité de vie et le syndrome climatérique sont loin d'être prouvés, mais même s'il s'agit d'un bénéfice indirect, comme l'amélioration de l'image de soi avec un contrôle de la prise de poids.

Sport et Cycle Ovarien

Cycle ovarien et exercice physique

L'étude conduite par Carole Maître (2011), gynécologue et médecin du sport à l'INSEP, met en évidence que sur 363 sportives observées :

- *83% subissent le syndrome prémenstruel ,*
- *27% ressentent une gêne à leur performance surtout liée à la fatigue prémenstruel ,*
- *17% manquent l'entraînement du fait du syndrome pré menstruel »*
- *72% des filles en athlétisme note une dysménorrhée (douleurs qui précèdent, accompagnent ou suivent les règles), pour 15% elle est forte*
- *6% sont en aménorrhée.*

Syndrome prémenstruel et exercice physique

Au-delà de l'inconfort, c'est pour certaines femmes un calvaire méconnu quand il n'est pas tout simplement ignoré des hommes.

L'ignorance et les exigences de certains entraîneurs masculins et même de médecins peuvent conduire à contraindre la sportive à s'entraîner quand même intensément voire à participer à une compétition malgré son état.

Pour autant, il n'y a pas vraiment de principes absolus, cela dépend des femmes mais plus que le cycle c'est plutôt le syndrome prémenstruel (phase lutéale) qui aurait des conséquences sur l'entraînement si les symptômes sont intenses (fatigue, maux de tête, prise de poids, douleurs abdominales, symptômes émotionnels tels qu'irritabilité ou sensibilité au stress).

Syndrome prémenstruel et exercice physique

Les 40% de femmes qui souffrent du syndrome prémenstruel (mal de tête, de cœur, de ventre et de dos, nausées, crampes, grande fatigue...) n'ont pas forcément envie de lacer leurs espadrilles les jours précédant leurs menstruations.

Les études montrent que l'activité physique n'a pas d'impact sur les douleurs associées au SPM et que les douleurs ressenties n'affectent généralement pas la performance. Mais, encore une fois, c'est très variable. Certaines femmes voient leurs symptômes aggravés par l'exercice; pour d'autres, c'est le contraire».

Dans l'idée d'optimiser les performances et dans la mesure où cela fait partie de la vie des femmes, il est nécessaire de dialoguer avec son entraîneur, de s'écouter et de planifier en fonction du cycle menstruel. L'idéal étant de planifier les phases d'entraînement intenses dans la première moitié du cycle (Wikström-Frisén & Col., 2017b).

L'aménorrhée de la sportive

L'aménorrhée de la sportive

L'aménorrhée de la sportive est rarement un motif de consultation, elle correspond schématiquement à trois étapes de chronologie successive et de gravité croissante :

- Une insuffisance lutéale, qui peut se traduire par des cycles courts (< 24 jours) accompagnés ou non de syndrome prémenstruel, souvent méconnu (3).
- Une oligoménorrhée, spanioménorrhée avec des cycles longs (> 35 jours).
- Une aménorrhée : elle peut être primaire – absence de règles au-delà de l'âge de 15-16 ans, alors que les caractères sexuels secondaires sont présents –, ou secondaire – absence de règles depuis 3 mois ou plus. La prévalence de l'aménorrhée de la sportive varie en fonction du sport pratiqué et du niveau de pratique.

Chez les sportives, la prévalence de l'aménorrhée est de 20 à 70% suivant les auteurs, alors qu'elle est de 2 à 5 % dans celle de la population sédentaire.

Sont concernés :

- les sports dits "esthétiques" où le contrôle du poids et la minceur sont recherchés : patinage artistique, gymnastique, natation synchronisée ;
- les sports d'endurance qui demandent légèreté et force (athlétisme, course à pied, cyclisme sur route), où la MG et le poids peuvent être vécus comme une limite à la performance ;
- les sports à catégories de poids (judo, karaté, boxe, lutte, haltérophilie, aviron) ;

Le sport de haut niveau est compatible avec des cycles réguliers.

L'analyse de plusieurs études suggère que ce ne sont pas l'intensité ou le volume d'entraînement qui sont responsables de ces dysfonctionnements du cycle menstruel mais la composition corporelle.

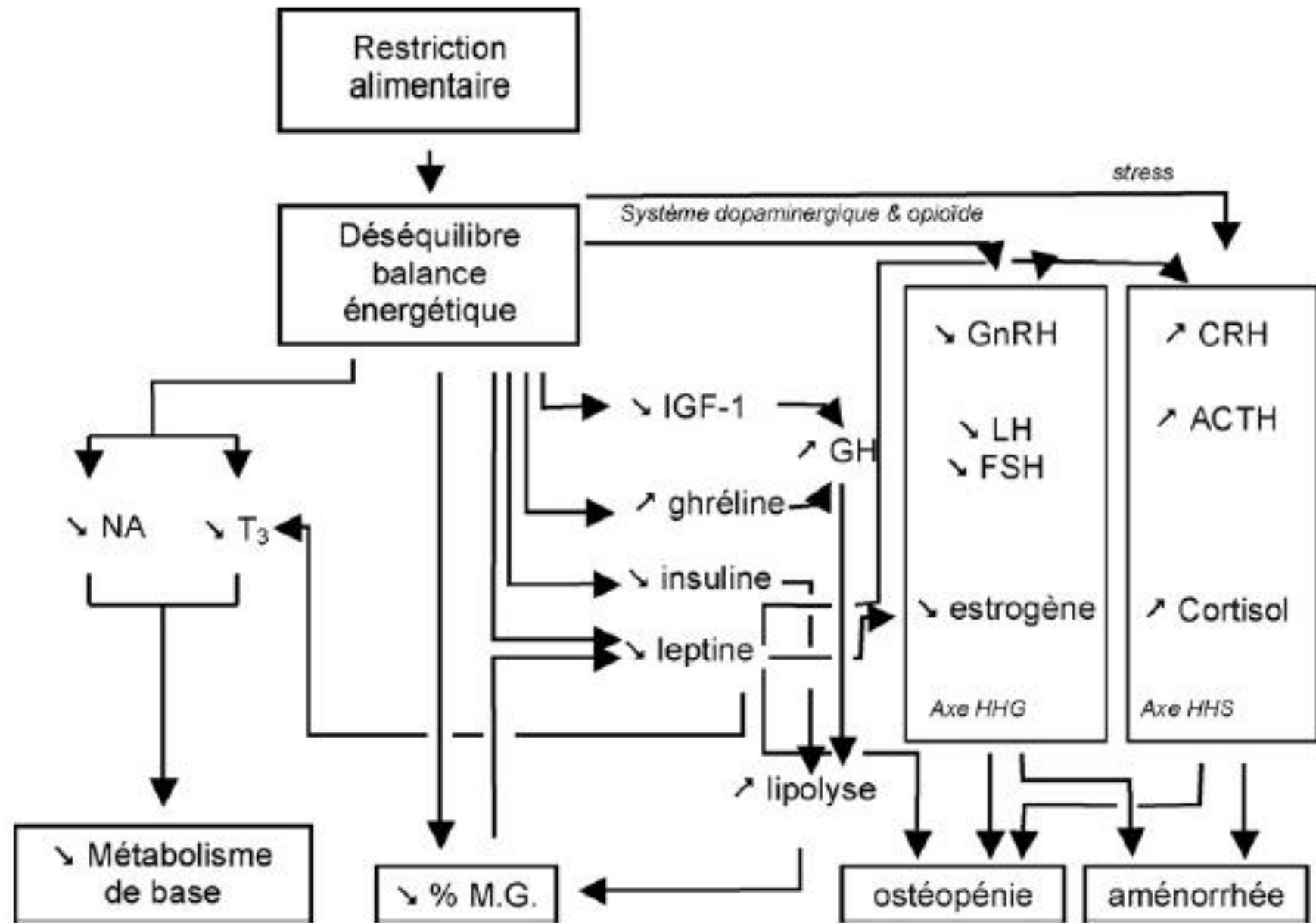
Un point commun entre ces sports que nous pouvons considérer comme "à risque" d'aménorrhée est la faible masse grasse de ces sportives. La masse grasse est évaluée par la méthode des 4 plis cutanés ou par absorptiométrie biphotonique (DEXA).

L'indice de masse corporelle (IMC) est un mauvais indicateur pour cette population. Il n'y a pas de corrélation entre l'aménorrhée et l'IMC (poids/taille² en kg/m²), car l'IMC ne reflète pas la composition corporelle, en masse maigre et masse grasse

Conséquences de l'aménorrhée chez la sportive

- L'hypoestrogénie intervient avec une augmentation du turn-over de formation-réduction osseuse aux dépens de la formation, mais le déficit énergétique intervient aussi directement par les messages via l'insuline, T3 et l'IGF1 sur le métabolisme osseux
- l'ostéoformation décroît de façon linéaire en fonction de la sévérité de la carence, avec une résorption osseuse qui augmente (N-telopeptide) pour une disponibilité énergétique très basse, inférieure à 10 kcal/kg de masse maigre par jour il y a alors augmentation du risque de fractures de fatigue

L'aménorrhée hypothalamique fonctionnelle liée à une disponibilité énergétique faible, avec ou sans troubles du comportement alimentaire, est toujours à traiter pour préserver la santé de la sportive. L'information de la sportive et celle de son environnement sportif quant aux risques sont essentielles à la prévention



HHG: hypothalamo-hypophysio-gonadique, HHS: hypothalamo-hypophysio-surrénalien, NA: noradrénaline, T3 : triiodothyronine, IGF-1 : *insulin-like growth factor*, ACTH: *adrenocorticotropine hormone*, CRH: *corticotropine releasing hormone*, GnRH : gonadolibérine.

Troubles alimentaires

Troubles alimentaires

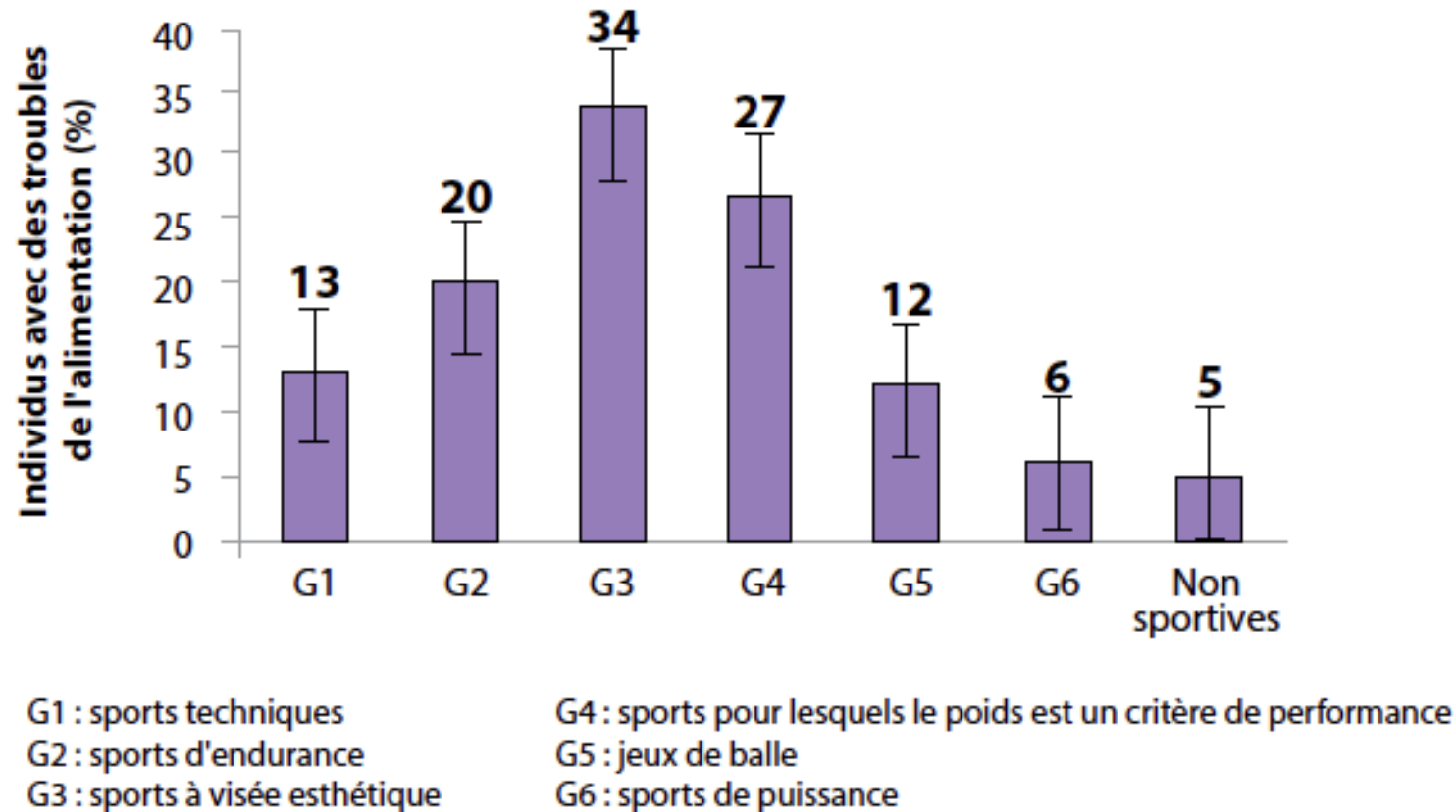
il a été proposé de les répertorier en trois catégories de troubles cliniques et une subclinique selon leur symptomatologie

- l'anorexie mentale ;
- la boulimie mentale ;
- les autres troubles cliniques non spécifiés (EDNOS) ;
- les troubles alimentaires subcliniques.

les troubles du comportement alimentaire subcliniques ou cliniques ont été retrouvés chez 13,5 % des athlètes versus 4,6 % des témoins.

La prévalence des troubles alimentaires chez les athlètes hommes était plus importante pour les sports de l'antigravité (22 %) que pour les sports d'endurance (9 %) ou les sports de jeu de balle (5 %).

La prévalence des troubles alimentaires chez les athlètes féminines était plus importante pour les sports esthétiques (42 %) que pour les sports d'endurance (24 %), techniques (17 %) ou les sports de jeu de balle (16 %).



Recommandation pratique

- Ne pas sous-estimer l'influence des entraîneurs sur le rôle qu'ils peuvent jouer sur le déclenchement et la résolution des TCA.
- Éviter de faire des remarques négatives aux sportifs sur leur poids ou leur morphologie en lien avec les performances.
- Éviter d'associer systématiquement de mauvaises performances sportives à une éventuelle prise de poids ou à un changement morphologique.
- Détourner le sportif de ses objectifs pondéraux pour se focaliser sur les autres facteurs de la performance : la force, l'endurance, la souplesse, la vitesse, la réactivité et la confiance en soi.
- Valoriser le maintien d'un poids constant.
- Éviter d'encourager les sportifs à avoir recours à des techniques de perte de poids rapide et à des régimes restrictifs.
- Éviter de fixer des objectifs basés sur l'apparence physique et de prendre comme modèles les standards imposés par la société ou le sport pratiqué.
- Coopérer à un dépistage précoce des troubles du comportement alimentaire en vue d'orienter les sportifs vers une évaluation de la gravité par des examens plus approfondis.

Merci pour votre attention...

lboussaidi@gmail.com

INFLUENCE DU CYCLE MENSTRUEL

Phase du cycle	Glucides	Quantité oxydée (g/90min)	
		Lipides	Protéines
Early follicular	60.1±4.5	29.3±3.1	4.2±0.2
Midfollicular	64.5±4.9	27.0±2.1	3.7±0.3
Midluteal	65.8±4.1	27.1±2.4	4.5±0.3

Les variations des concentrations d'estradiol et de progestérone au cours du cycle ne sont pas d'amplitude suffisante pour affecter significativement les flux et l'oxydation des substrats énergétiques au cours de l'exercice.

Cycle menstruel et oxydation des lipides

- Etant données les variations importantes des concentrations en œstradiol et progestérone au cours du cycle ovarien, il est légitime de se poser la question suivante : certaines phases du cycle sont-elles plus ou moins favorables à l'oxydation des lipides au cours de l'exercice musculaire ?
- Dans l'ensemble, la littérature n'apporte pas d'argument en faveur d'un rôle physiologique majeur du cycle menstruel (phase folliculaire versus phase lutéale) sur l'utilisation des substrats au cours de l'exercice chez la femme. En d'autres termes, les variations de concentrations d'œstrogènes et de progestérone survenant au cours d'un cycle menstruel normal ne semblent pas être d'amplitude suffisante pour affecter significativement les flux et l'oxydation des glucides et lipides au repos et à l'exercice .

Ménopause et système cardio vasculaire

- l'APS ↘ la morbi-mortalité cardio-vasculaire (coronarienne /accident vasculaire cérébral).
 - ↳ Les raisons sont multiples :
 - perte de poids (↗de la MM et ↘de la MG viscérale) ⇒ ↗ l'insulino-sensibilité et ↘ le risque thrombotique.
 - Amélioration du profil lipidique (baisse du LDL-cholestérol et augmentation du HDL-cholestérol),
 - ↘ la PA artérielle et de l'épaisseur de l'intima-média.