

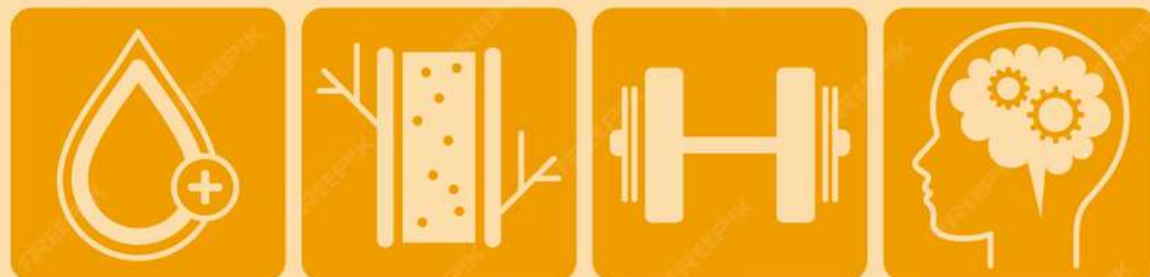


**Supplémentation en fer chez  
une marathonnienne de niveau  
international : combo gagnant ?**



# LE FER : nature

IRON



Oligo-élément principal de l'organisme

Famille des sels minéraux

$\text{Fe}^{2+}$

$\text{Fe}^{3+}$



National Institutes of Health  
Office of Dietary Supplements

**Iron**

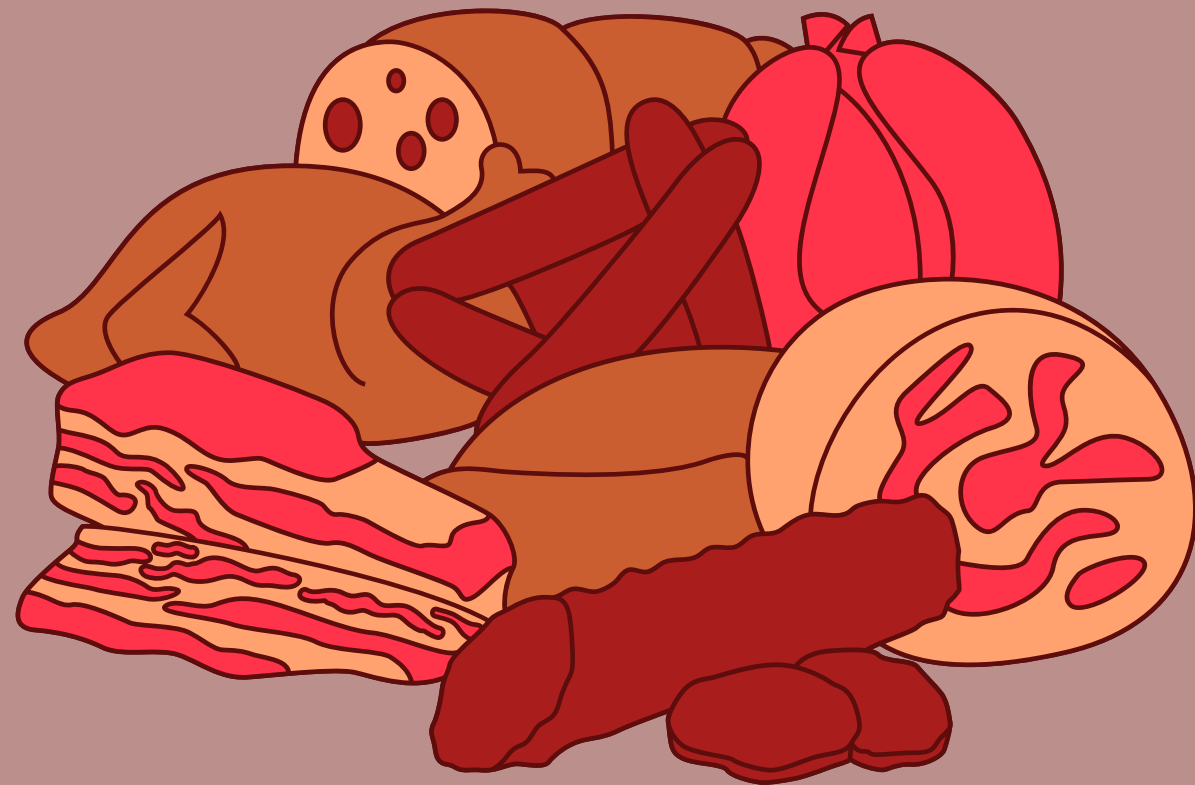
Fact Sheet for Health Professionals

Alaunyte et al. 2015

# FER : source

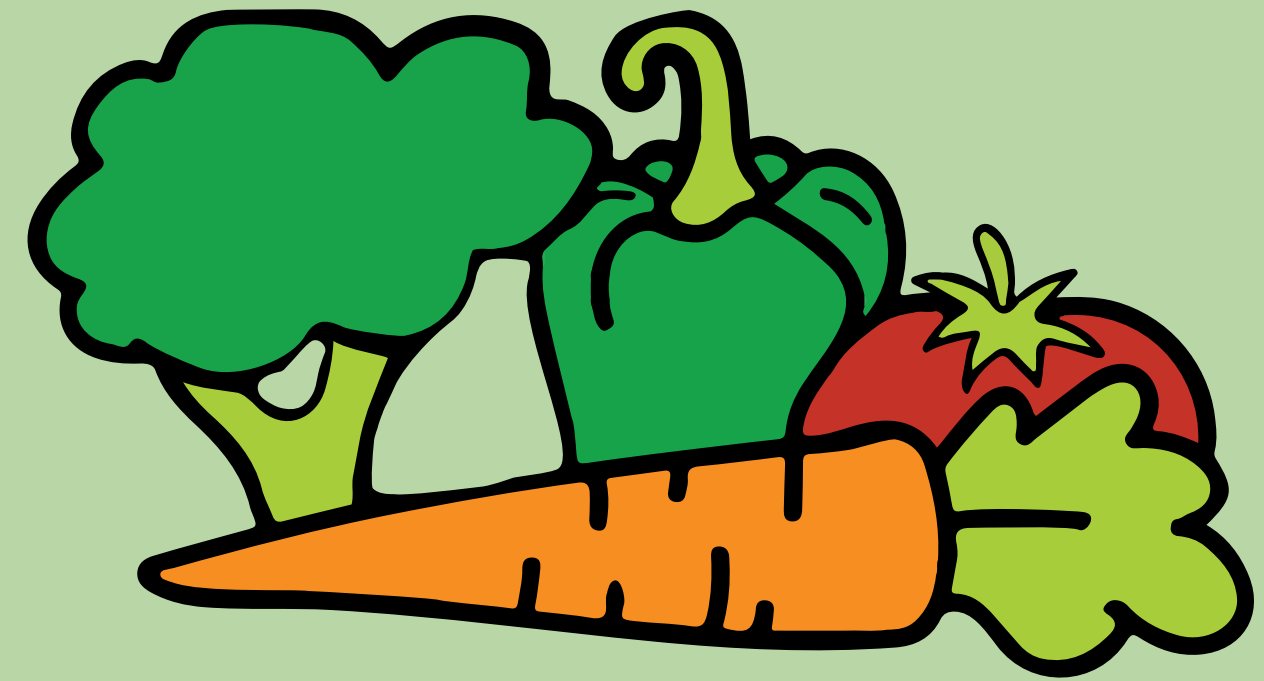
## HEMINIQUE

*d'origine animale*



## NON-HEMINIQUE

*d'origine végétale*



# LE FER : rôle

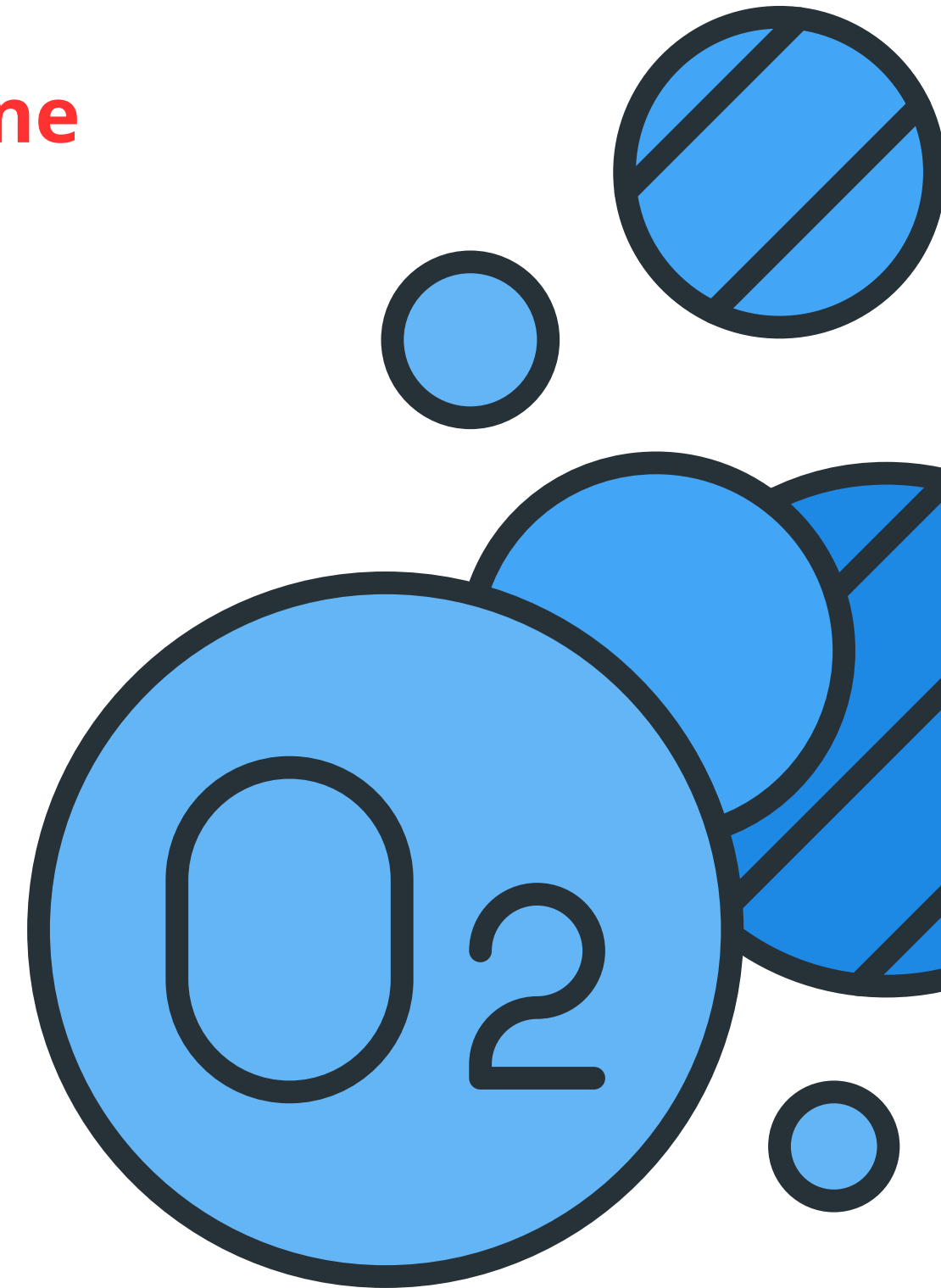
**Capter, transporter et stocker l'oxygène**

Renforce le système immunitaire

Développement cognitif chez l'enfant

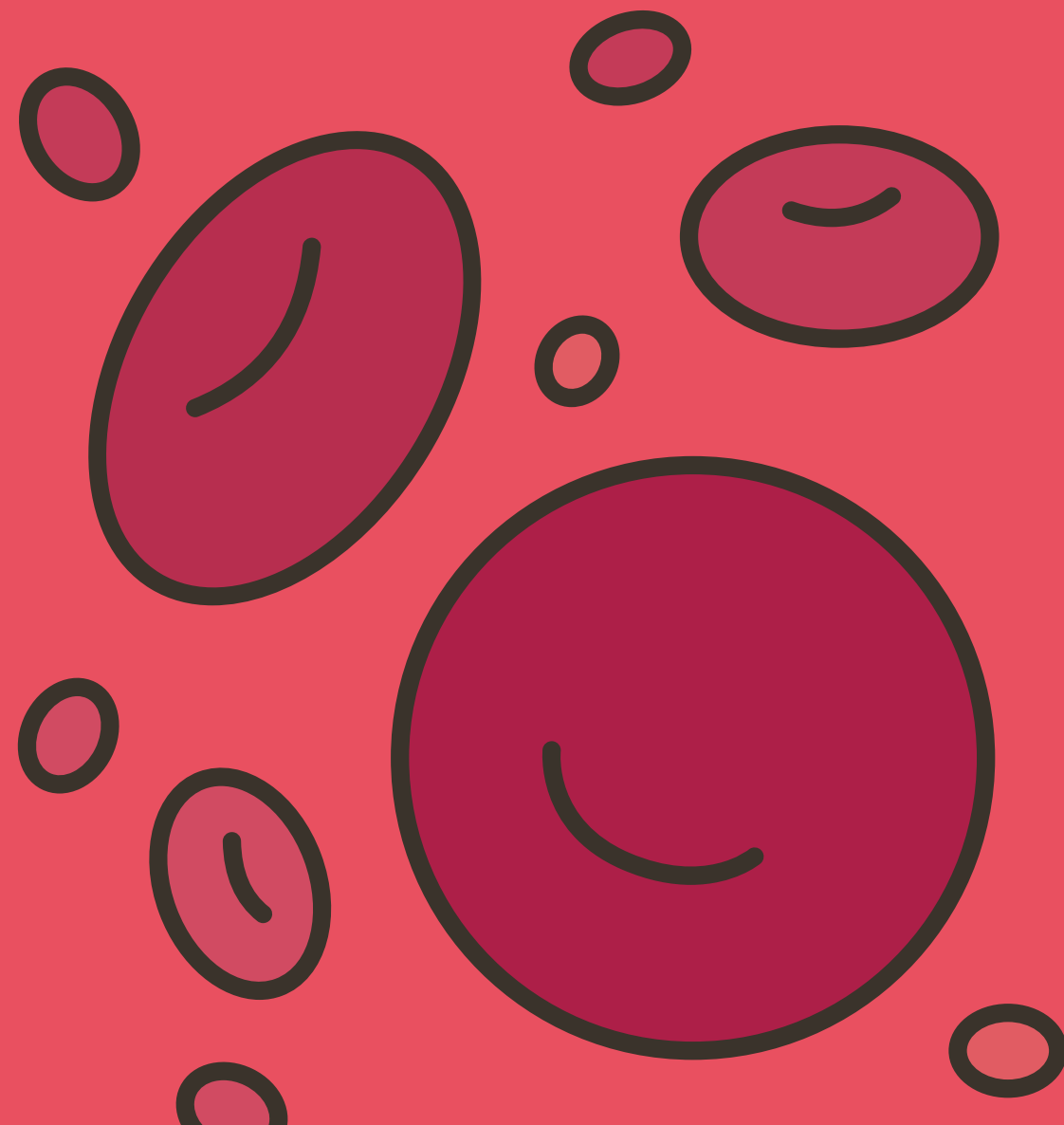
Croissance, développement neuro

Fonctionnement cellulaire,  
synthèse hormonale



# LE FER : stockage

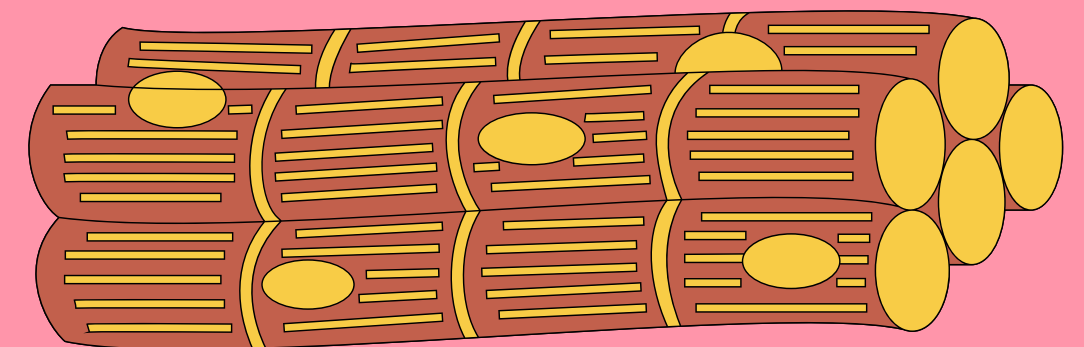
**3-4 g de fer → Hémoglobine**



**Ferritine (foie, rate, moelle osseuse)**



**Tissus musculaire → myoglobine**



# LE FER : captation et régulation

## Transferrine

protéine qui se lie au fer et le transporte

## Hepcidine

hormone peptidique  
régule absorption et distribution



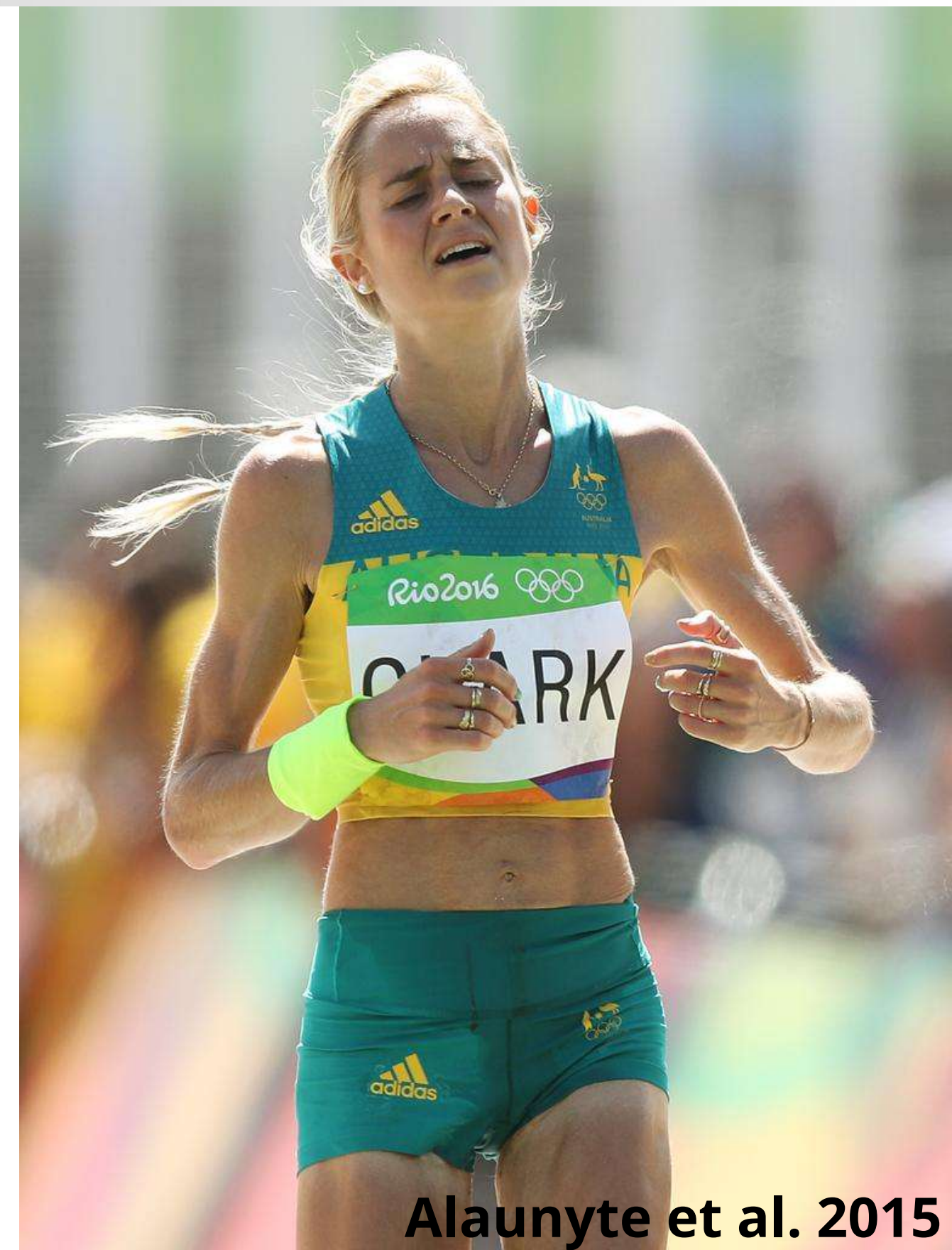
# LE FER : mécanismes de perte

Urine, selles

**Activités physiques prolongées  
(endurance)**

**Menstruation**

Transpiration excessive



Alaunyte et al. 2015

# FER ET PERFORMANCE EN ENDURANCE



Rôle dans le **métabolisme énergétique**, le **transport de l'oxygène** et l'**équilibre acido-basique**

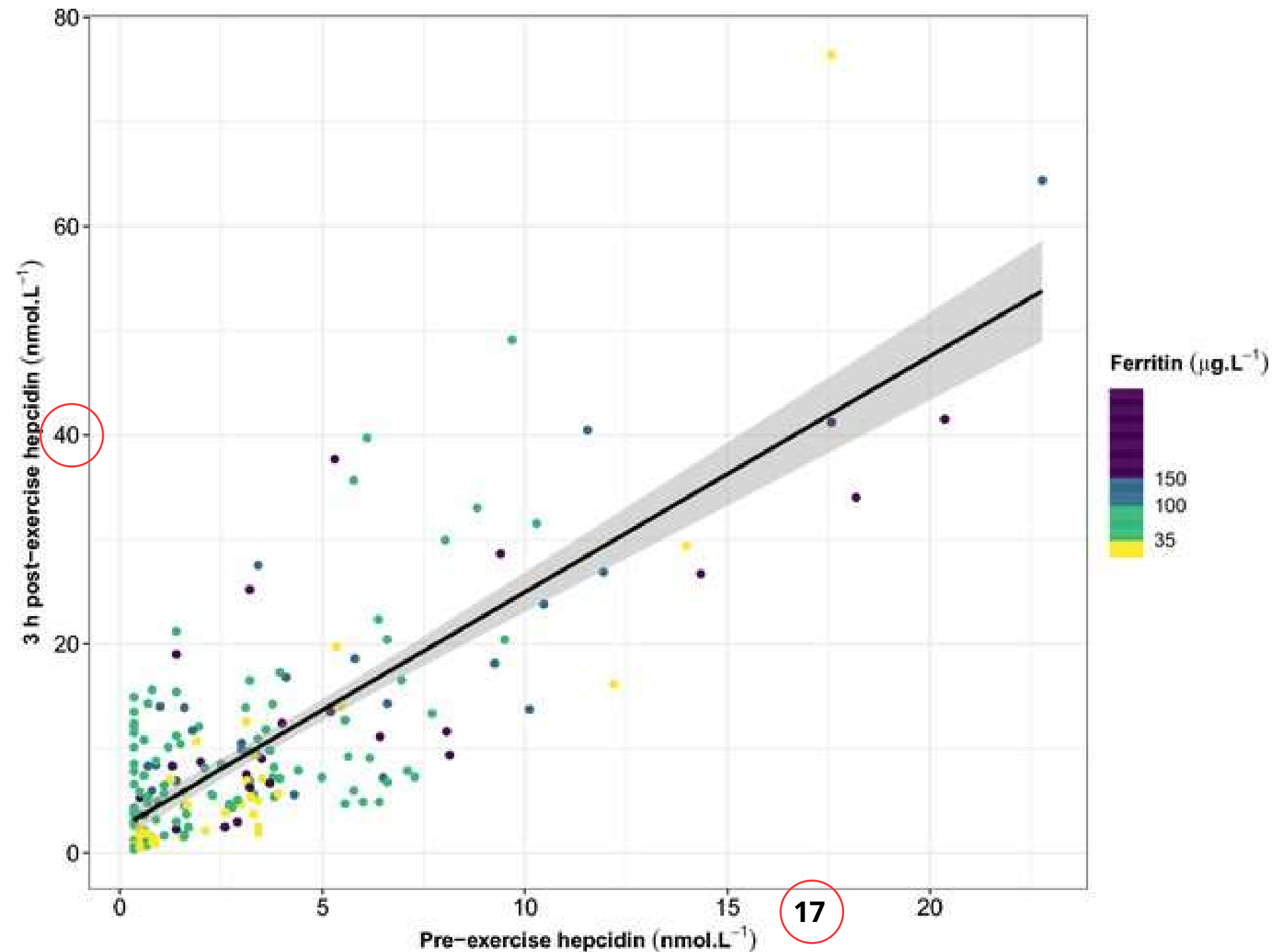
Carence en fer → **altération de la fonction musculaire** et **limite la capacité de travail**

*fatigue, essoufflement, tachycardie, altération de l'état mental, hypothermie, augmentation du risque d'infection*





# FER ET PERFORMANCE EN ENDURANCE



Taux d'hépcidine 3h post-exercice en fonction du taux pré-exercice (Fensham et al. 2023).

Augmentation taux  
d'hépcidine après l'effort  
*hépcidine = régulateur de l'absorption du fer*

Absorption du fer dans  
l'organisme diminuée

**Apport en fer après  
l'effort peu pertinent**

# FER ET PERFORMANCE EN ENDURANCE



The Journal of Nutrition  
Volume 152, Issue 9, September 2022, Pages 2039-2047

## A Prolonged Bout of Running Increases Hepcidin and Decreases Dietary Iron Absorption in Trained Female and Male Runners

Barney David E Jr, Ippolito James R, Berryman Claire E, Hennigar Stephen R  

## Conclusions

A prolonged bout of running increases hepcidin and decreases dietary iron absorption compared with rest in trained runners with low iron stores.



# L'ATHLETE

## Profil général de l'athlète :

Marathonienne de niveau international

Réglée, 50 kg

Pilule contraceptive

Fatigue chronique et ↓ performance  
suppose une anémie

Anémie suppose une carence en fer

## Début de la prise en charge :

Prise de sang pour déterminer une  
potentielle carence en fer : **VERIFIEE**



# BILAN SANGUIN DE L’ATHLETE

## DÉTERMINER :

- la quantité d’hémoglobine (>12 g/dL chez la femme et >13 g/dL chez l’homme)
- le volume des globules rouges (entre 80 et 100 fL)
- le dosage de ferritine sérique (>15 ng/mL)

HEMATOLOGIE		Valeurs de référence		Antérieure
HEMOGRAMME				
(Technique : SYSMEX)		(1-5-10)		
NUMERATION GLOBULAIRE				
Hématies . . . . .	4.500.000	/mm3	4.100.000 à 5.100.000	06/08/2020 4.510.000
Hémoglobine . . . . .	13,0	g/dL	12,0 à 16,0	13,8
Hématocrite . . . . .	39,7	%	36,0 à 47,0	40,6
V.G.M. . . . .	88	fL	80 à 98	90
T.G.M.H. . . . .	28,9	pg	26,0 à 32,0	30,6
C.G.M.H. . . . .	32,7	%	32,0 à 36,0	34,0
Indice d'anisocytose . . . .	15,1		12,0 à 14,5	13,1
Leucocytes . . . . .	7.060	/mm3	4.000 à 10.000	5.320
FORMULE SANGUINE				
Polynucléaires neutrophiles .	53,8 %	3798 /mm3	1 700 à 7 000	59,4
Polynucléaires éosinophiles .	1,0 %	71 /mm3	40 à 500	1,3
Polynucléaires basophiles . .	0,4 %	28 /mm3	inf. à 60	0,6
Lymphocytes . . . . .	36,0 %	2542 /mm3	1 500 à 4 000	30,8
Monocytes . . . . .	8,8 %	621 /mm3	150 à 900	7,9
NUMERATION DES PLAQUETTES. . .				
(Technique : SYSMEX)		(1-5-10)		06/08/2020 289.000
Vol. plaquettaire moyen. . .	10,3	u3	7,4 à 11,7	10,3
BIOCHIMIE SANGUINE				
		Valeurs de référence		Antérieure
CREATININE . . . . .	8,2	mg/l	5,1 à 9,5	
	72,6	umol/l	45,1 à 84,1	
(Technique : Enzymatique - Roche Diagnostics)		(1-5-10)		
Age . . . . .	20	ans		
COCKCROFT ET GAULT . . . . .	100,3	ml/mn	sup. à 60,0	
(Estimation de la clairance de la créatinine) Formule de Cockcroft non interprétable pour des sujets de plus de 75 ans En cas de valeur perturbée, contrôler le résultat calculé par la mesure de la clairance vraie de la créatinine, avec recueil des urines de 24 heures.				
CKD-EPI . . . . .	103,3	ml/min/1.73 m2	sup. à 60,0	
(Estimation du débit de filtration glomérulaire) Formule de CKD-EPI non interprétable pour les sujets de plus de 75 ans ni pour les sujets avec IMC inf. à 16,5 ou sup. à 30				
IONOGRAMME				
(Technique : Potentiométrie indirecte sur tube sec Roche Diagnostics (1-5-10)				
SODIUM . . . . .	141	mmol/l	135 à 145	06/08/2020 139
(Technique:Potentiométrie indirecte sur sérum - Roche Diagnostic (1-5-10)				
POTASSIUM. . . . .	4,9	mmol/l	3,7 à 5,2	4,3
(Technique:Potentiométrie indirecte sur sérum - Roche Diagnostic (1-5-10)				
CHLORE . . . . .	104	mmol/l	98 à 107	108
(Technique:Potentiométrie indirecte sur sérum - Roche Diagnostic (1)				
FERRITINE. . . . .	17,5	ng/ml	15,0 à 150,0	
(Technique:Immunoturbidimétrie sur particules de latex - Roche (1)				
Conformément à la décision de l'UNCAM du 24 mai 2017, le dosage de la ferritine peut se substituer au dosage du fer sérique à l'initiative du biologiste médical.				

Exemple d'un bilan sanguin réalisé en laboratoire

# CARENCE MARTIALE

Une carence martiale est une carence en fer, pouvant être liée à une carence d'apport, une carence d'absorption ou une perte excessive de fer.

Dans les pays à haut niveau socioéconomique, la carence chez l'adulte est due dans **90% des cas à un excès de perte par saignement chronique**. En France, une carence martiale affecte **25% des femmes en période d'activité génitale**.

# SURCHARGE EN FER

La surcharge en fer correspond à une accumulation excessive de fer dans l'organisme.

Cet excès peut être lié à :

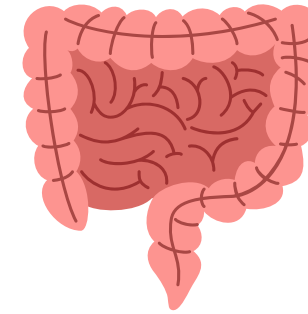
- des apports parentéraux excessifs (transfusions)
- une libération excessive de fer par les érythrocytes
- une absorption intestinale excessive (hémochromatose)



# FACTEURS FAVORISANTS LE DÉFICIT



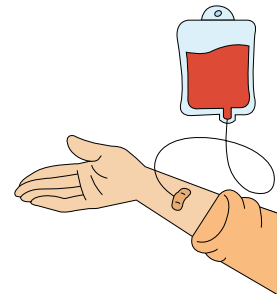
femmes enceintes



problèmes gastriques et intestinaux



cancer



donneurs de sang fréquents



maladies cardiovasculaires



enfants



saignement menstruel important (contraceptif)

# FACTEURS FAVORISANTS LE DÉFICIT

**Personnes âgées**



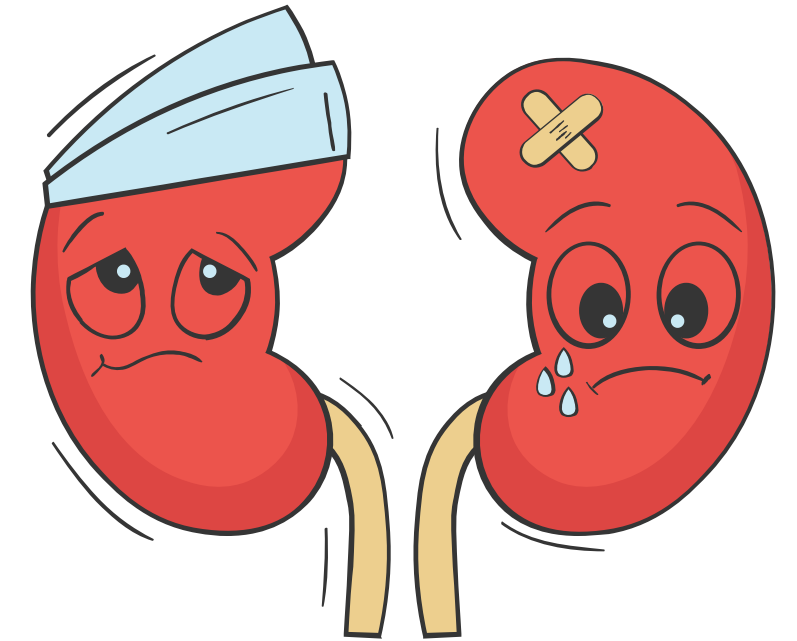
**Végétariens**



**Sport d'endurance**



**Maladie chronique des reins**



# LES SYMPTOMES VISIBLES



Une asthénie chronique --> Fatigue physique et psychique

Des vertiges

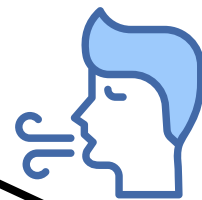


Des sautes d'humeur

une irritabilité



Essoufflement à l'effort



Une tachycardie

Une baisse de l'appétit



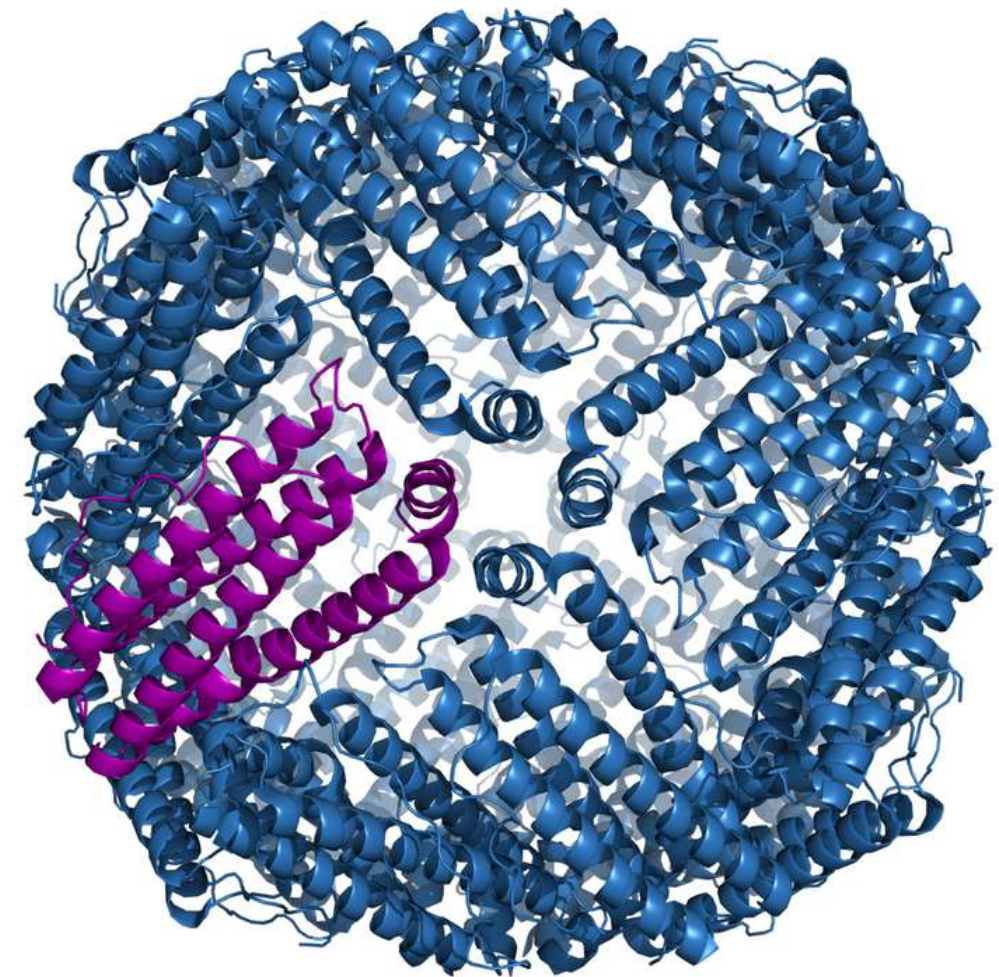


# CARENCE EN FER : MARQUEURS BIOLOGIQUES

↓ ferritine sérique (réserves)  
= *stockage intracellulaire*

↓ fer sérique

↓ transferrine  
= *transporteur plasmatique*  
- ↓ coefficient de saturation



# CARENCE EN FER : MARQUEURS BIOLOGIQUES

**Tableau 1** : Evaluation d'un déficit de fer (modifié de Peeling & al, 2013)

Type de déficit en fer	Valeurs biologiques		
	Ferritine	Hb	Saturation de la transferrine
Stade 1- Carence en fer	< 35µg/L	> 115g/L	> 16%
Stade 2- Carence en fer sans anémie	< 20µg/L	> 115g/L	< 16%
Stade 3- Anémie ferriprive	< 12µg/L	< 115g/L	< 16%

Valeurs qui peuvent être influencées par une inflammation, une maladie, une carence en acide ascorbique (C.Murray & al, 2016)

Inflammation = Activité physique

# CARENCE EN FER : MARQUEURS BIOLOGIQUES

**Tableau 1** : Evaluation d'un déficit de fer (modifié de Peeling & al, 2013)

Type de déficit en fer	Valeurs biologiques		
	Ferritine	Hb	Saturation de la transferrine
Stade 1- Carence en fer	< 35µg/L	> 115g/L	> 16%
Stade 2- Carence en fer sans anémie	< 20µg/L	> 115g/L	< 16%
Stade 3- Anémie ferriprive	< 12µg/L	< 115g/L	< 16%

Diminution de la ferritine

Valeur normal

♂ 30 à 300µg/L chez les athlètes

♀ 30 à 150µg/L chez les athlètes

([Malcovati & al, 2005](#) ; [Burke & al, 2010](#))

Valeur excessive

> 1000µg/L

Risque de septicémies ([Pullarkat & al. 2008](#))

Risque diabète de type 2



# CARENCE EN FER : MARQUEURS BIOLOGIQUES

**Tableau 1** : Evaluation d'un déficit de fer (modifié de Peeling & al, 2013)

Type de déficit en fer	Valeurs biologiques		
	Ferritine	Hb	Saturation de la transferrine
Stade 1- Carence en fer	< 35µg/L	> 115g/L	> 16%
Stade 2- Carence en fer sans anémie	< 20µg/L	> 115g/L	< 16%
Stade 3- Anémie ferriprive	< 12µg/L	< 115g/L	< 16%

Valeur normal

- ♂ Athlète : 13-18 g/dl
- ♀ Athlète : 12-16 g/dl

Diminution du taux d'hémoglobine

# CARENCE EN FER : MARQUEURS BIOLOGIQUES

**Tableau 1 :** Evaluation d'un déficit de fer (modifié de Peeling & al, 2013)

Type de déficit en fer	Valeurs biologiques		
	Ferritine	Hb	Saturation de la transferrine
Stade 1- Carence en fer	< 35µg/L	> 115g/L	> 16%
Stade 2- Carence en fer sans anémie	< 20µg/L	> 115g/L	< 16%
Stade 3- Anémie ferriprive	< 12µg/L	< 115g/L	< 16%

Valeur normal

20 à 40% pour des athlètes  
(Otto & al, 2013)

Diminution de la saturation de la transferrine

# CARENCE EN FER : Ce que l'on souhaite ?

Type de déficit en fer	Valeurs biologiques		
	Ferritine	Hb	Saturation de la transferrine
Stade 1- Carence en fer	< 35µg/L	> 115g/L	> 16%
Stade 2- Carence en fer sans anémie	< 20µg/L	> 115g/L	< 16%
Stade 3- Anémie ferriprive	< 12µg/L	< 115g/L	< 16%

Passer du stade 1 à 0 progressivement

# CARENCE EN FER : Comment le faire ?

Supplémentation Orale

Fréquemment utilisé pour compenser les pertes de fer dans l'organisme

## MAIS

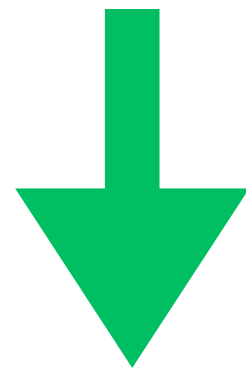
Effets secondaires et risque accru de toxicité du fer associé à l'utilisation de suppléments  
(Alaunyte et al. 2015)



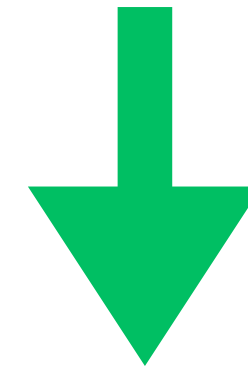


# CARENCE EN FER : Comment le faire ?

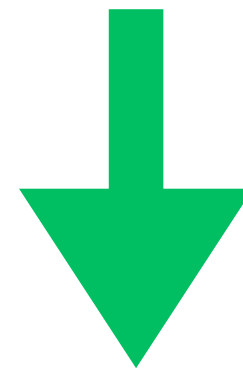
## Réorganisation de l'alimentation



**Apport + important en fer**



**La qualité de l'apport en fer**



**Apport en fer privilégié le matin**

(Schaap & al, 2013)

# FER ET SUPPLEMENTATION

**JAMAIS DE SUPPLEMENTATION  
SI PAS DE CARENCE EN FER**

*Peut causer douleurs articulaires, hépatiques*



# FER ET ALIMENTATION

*Apporter davantage de fer dans son alimentation*

*Quelles sources ?*

Héminique / Non-Héminique

*Quelle quantité ?*

**18 mg/j pour une femme âgée de 19 à 49 ans**

**La dose maximale quotidienne tolérable est de 45 mg**



# FER ET ALIMENTATION

*Institute of Medicine. Food and Nutrition Board (2011)*

Age	Male	Female	Pregnancy	Lactation
Birth to 6 months	0.27 mg*	0.27 mg*		
7–12 months	11 mg	11 mg		
1–3 years	7 mg	7 mg		
4–8 years	10 mg	10 mg		
9–13 years	8 mg	8 mg		
14–18 years	11 mg	15 mg	27 mg	10 mg
19–50 years	8 mg	18 mg	27 mg	9 mg
51+ years	8 mg	8 mg		

**Tableau 2. Besoin journalier en fer**

***“les marathoniennes ont des besoins alimentaires en fer plus élevés que les femmes sédentaires”***  
*(Lampe et al. 1986)*

***“Les recommandations en matière de fer alimentaire sont 1,3 à 1,7 fois plus élevés pour les athlètes que pour les non-athlètes”***  
*(SportDieteticiansAustralia, 2019)*



# FER ET ALIMENTATION

## HEMINIQUE

**Absorption +**

- Fruits de mer
- Boeuf, Poulet
- Abats
- Poisson
- Volaille
- Poultry
- Thon

## NON-HEMINIQUE

**Absorption -**

- Céréales complètes
- Haricots
- Chocolat noir > 45%
- Lentille
- Epinard
- Pommes de terre avec la peau
- Oléagineux
- Riz et pain complet

***Facteurs favorisants : vitamine C +  $Fe^{2+}$  = meilleure absorption non-héminique***

# FER ET ALIMENTATION

## *Petit déjeuner*

- ▶ Oléagineux (noisettes = 4,7mg / 100g)
- ▶ Fruits secs (abricot séché = 2,7mg / 100g)
- ▶ Pain complet, céréales complètes (céréales = 2,5mg / 100g) **sans café ni thé !!**

## *Déjeuner*

- ▶ Viande rouge (steak haché = 3,25mg / 100g)
- ▶ Riz complet, pommes de terre (0,4mg / 100g)
- ▶ Légumes (haricots blanc = 1,9mg / 100g)
- ▶ Eau riche en éléments ferriques (orezza = 0,035mg / 100g)



# FER ET ALIMENTATION

## ***Collation***

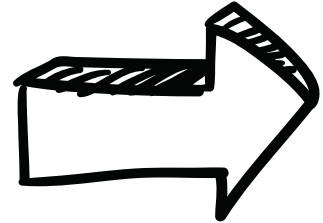
- ▶ Oléagineux (noisettes = 4,7mg / 100g)
- ▶ Protéine en poudre (whey isolate = 2,1mg / 100g)
- ▶ Carreaux de chocolat noir (15mg / 100g)

## ***Diner***

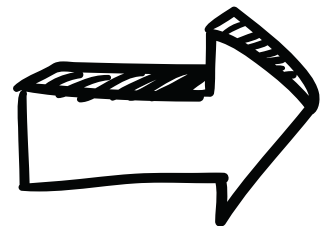
- ▶ Volaille (poulet = 1,3mg / 100g)
- ▶ Légumes (épinard = 2,7mg / 100g)
- ▶ Eau riche en éléments ferriques (hépar = 0,001mg / 100g)



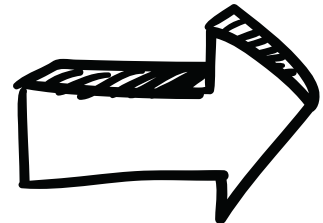
# BILAN



Modification des habitudes alimentaires afin d'apporter davantage de fer "naturellement"



Réguler quantité de sources en fer en fonction des résultats des prises de sang



Adapter en fonction des périodes de menstruation

**Si choix de supplémentation orale :  
OUI mais PRUDENCE (Cusack et al. 2023)**



# BIBLIOGRAPHIE

Brownlie T, Utermohlen V, Hinton PS, et al. Tissue iron deficiency without anemia impairs adaptation in endurance capacity after aerobic training in previously untrained women. *Am J Clin Nutr* 2004;79:437-43.

Choix des examens du métabolisme du fer en cas de duspension de carence en fer Haute Autorité de Santé (2011)

Cusack, Halee MS, RDN1; Hewlings, Susan PhD, RD2. The Impact of Iron Supplementation on Athletic Performance in Elite-Level Female Athletes—A Systematic Review. *Strength and Conditioning Journal* 45(3):p 342-353, June 2023. | DOI: 10.1519/SSC.00000000000000742

Fensham, N. C., Govus, A. D., Peeling, P., Burke, L. M., & McKay, A. K. A. (2023). Factors Influencing the Hepcidin Response to Exercise: An Individual Participant Data Meta-analysis. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 53(10), 1931-1949. <https://doi.org/10.1007/s40279-023-01874-5>

Ieva Alaunyte, Valentina Stojceska & Andrew Plunkett (2015) Iron and the female athlete: a review of dietary treatment methods for improving iron status and exercise performance, *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 12:1, DOI: 10.1186/s12970-015-0099-2

Sim, M., Garvican-Lewis, L. A., Cox, G. R., Govus, A., McKay, A. K. A., Stellingwerff, T., & Peeling, P. (2019). Iron considerations for the athlete: a narrative review. *European journal of applied physiology*, 119(7), 1463-1478. <https://doi.org/10.1007/s00421-019-04157-y>

Lopez, A., Cacoub, P., Macdougall, I. C., & Peyrin-Biroulet, L. (2016). Iron deficiency anaemia. *Lancet (London, England)*, 387(10021), 907-916. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(15\)60865-0](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(15)60865-0)

Stefan, M. W., Gundermann, D. M., Sharp, M. H., Jennings, B. A., Gheith, R. H., Lowery, R. P., LowDog, T., Ghatak, S. B., Barbosa, J., & Wilson, J. M. (2023). Assessment of the Efficacy of a Low-Dose Iron Supplement in Restoring Iron Levels to Normal Range among Healthy Premenopausal Women with Iron Deficiency without Anemia. *Nutrients*, 15(11), 2620. <https://doi.org/10.3390/nu15112620>





**Supplémentation en fer chez une marathonnienne  
de niveau international : combo gagnant ?**

**MERCI DE VOTRE ECOUTE**

