



# Le microbiote intestinal chez le sportif Place des probiotiques

Philippe DUCROTTE  
(CHU Rouen)

Association Française des Diététiciennes Nutritionnistes – Strasbourg 30/11/2017

# Conflits d'intérêt

- Aucun



Nombre de micro-organismes vivants par gramme

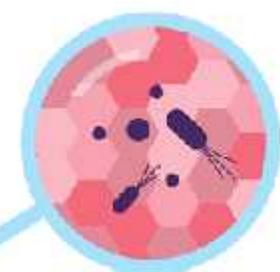


Pour 1 cellule humaine, nous hébergeons 1,3 cellule non humaine.

Notre corps abrite **20 fois plus** de gènes étrangers que humains.



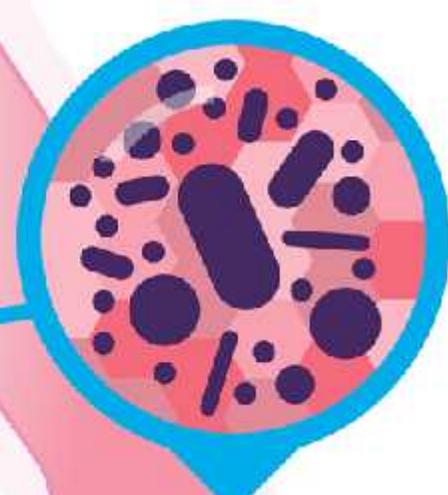
**BOUCHE**  
 $10^9$  à  $10^{10}$



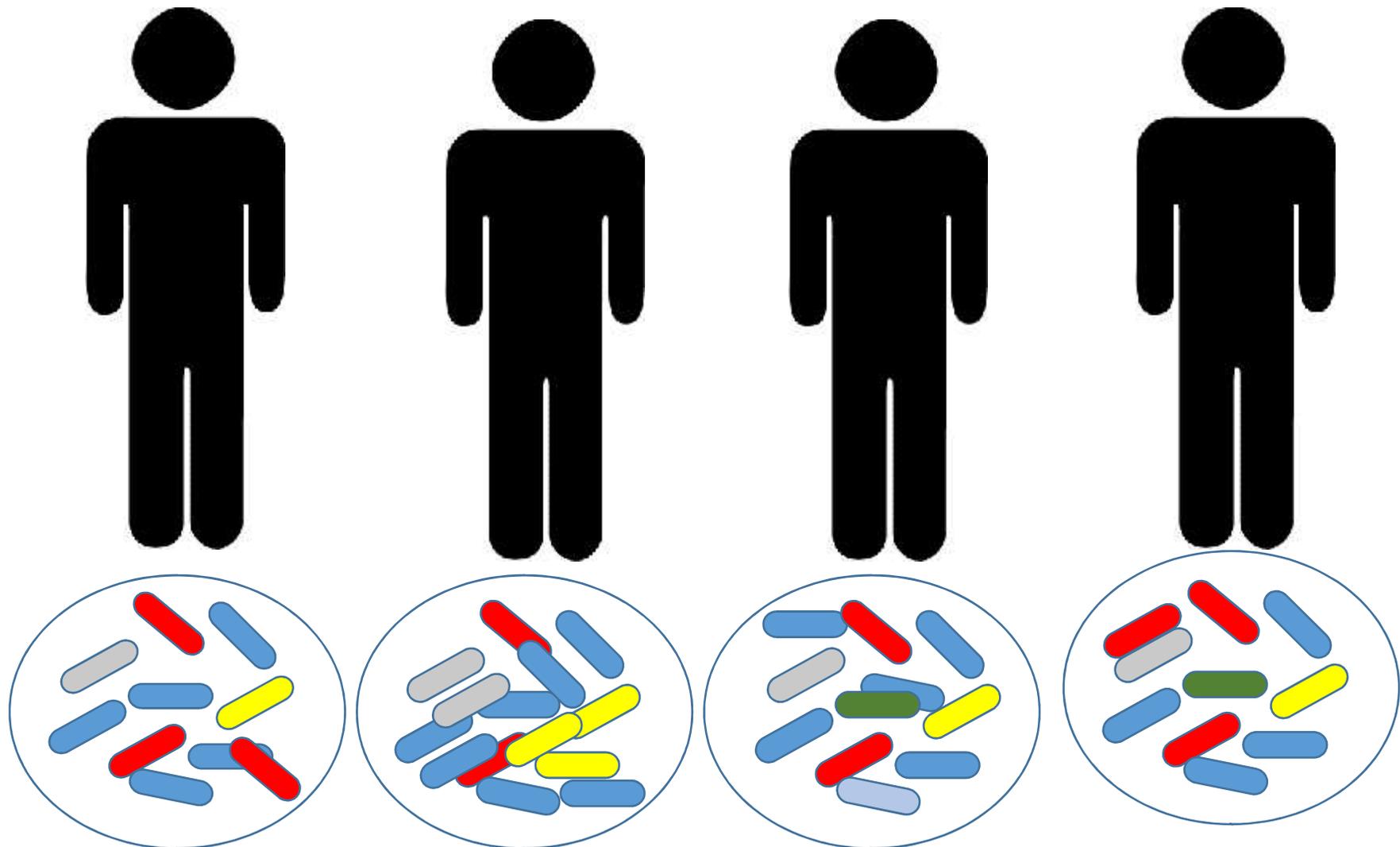
**ESTOMAC**  
 $10$  à  $10^3$



**PEAU**  
 $10^4$  à  $10^6$



# Le microbiote intestinal : un nouvel organe propre à chacun



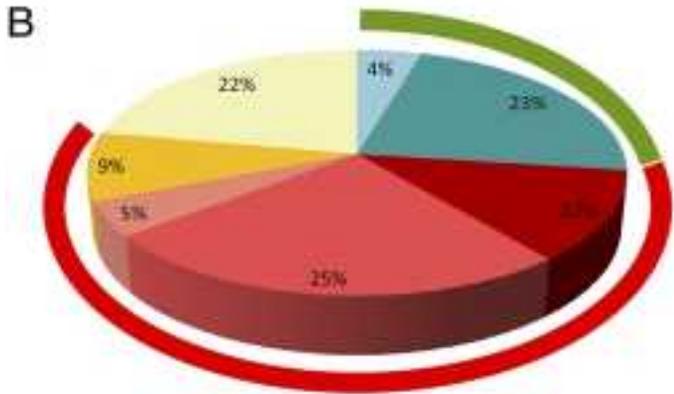
# Microbiote : de nombreuses fonctions

- **Maturation du système immunitaire (grêle ++)**
- **Fonction de défense**
  - Effet de barrière
  - Effet anti-toxinique
  - Stimulation du système immunitaire
- **Activité métabolique (colique ++)**
  - Fermentation des résidus glucidiques
  - Fermentation des résidus protéiques
  - Synthèse de vitamines (B9, B12)
  - Régulation du stockage des graisses
- **Effet central** : humeur, capacités d'apprentissage

# La diversité de la flore : un élément clé pour notre santé

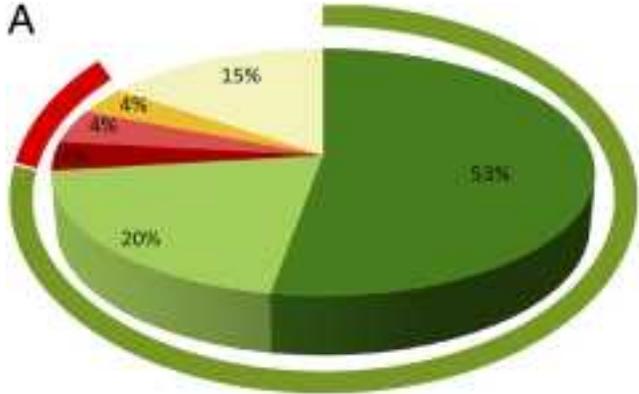
- **La diversité assure la stabilité et les performances du microbiote**
- **Plusieurs circonstances pathologiques sont associées à une moindre diversité de la flore**
  - **maladies inflammatoires intestinales**
  - **obésité**
  - **vieillesse du tube digestif**
  - **...**

# Le rôle majeur de l'alimentation



**EU**

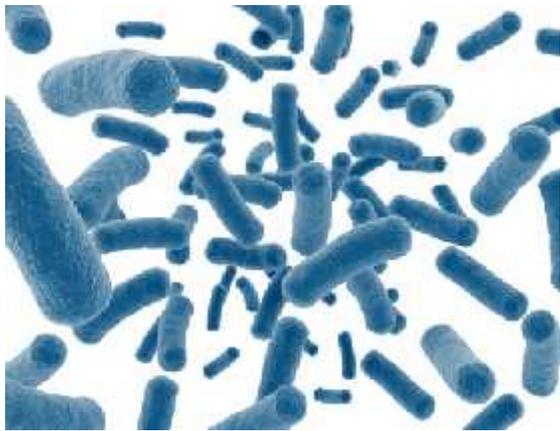
■ Alistipes	} Bacteroidetes
■ Bacteroides	
■ Acetivomaculum	} Firmicutes
■ Faecalibacterium	
■ Roseburia	
■ Subdoligranulum	
■ Others	



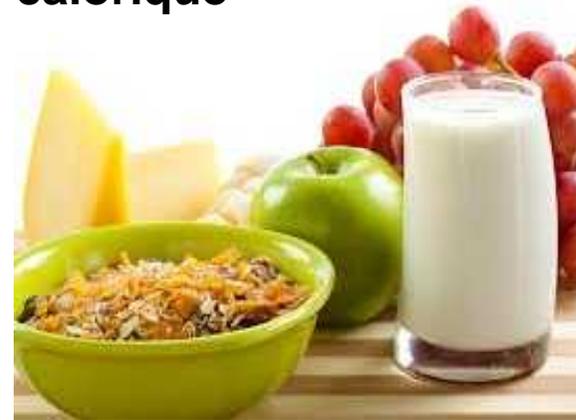
**BF**

■ Prevotella	} Bacteroidetes
■ Xylanibacter	
■ Acetivomaculum	} Firmicutes
■ Faecalibacterium	
■ Subdoligranulum	
■ Others	

# Le microbiote de l'athlète est-il différent ?



Régime à haute teneur calorique



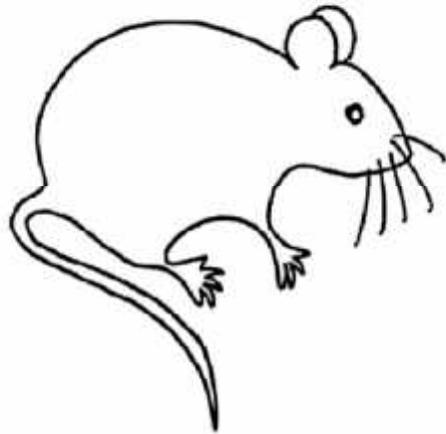
Régime riche en hydrates de carbone et en protéines



Modifications du transit

# Données animales

**Exercice**



**Augmentation du  
Diamètre caecal**

**Augmentation des  
Concentrations de  
n-butyrate**

**Réduction Bacteroidetes et  
Prevotella**



# Données animales

- Evans et al 2014  
*Bacteroidetes / Firmicutes* : inversement corrélé  
à la distance parcourue
- Campbell et al 2016  
Elévation des concentrations de *Faecalibacterium  
Prausnitzii* avec exercice
- Mika A 2015  
Effet plus net chez les jeunes que chez les animaux  
adultes



# Données animales

**Autres données chez l'animal difficiles  
à interpréter (mélange exercice +  
modifications de l'alimentation)**

# Le microbiote : un rôle sur l'appétit ?

## Corrélation

### POSITIVE

Leptine

Bifidobacteries, Lactobacilles

### NEGATIVE

Leptine et ghréline

Bacteroides, Prevotella

**Chez l'homme ?**

# Exercice et microbiote chez l'homme

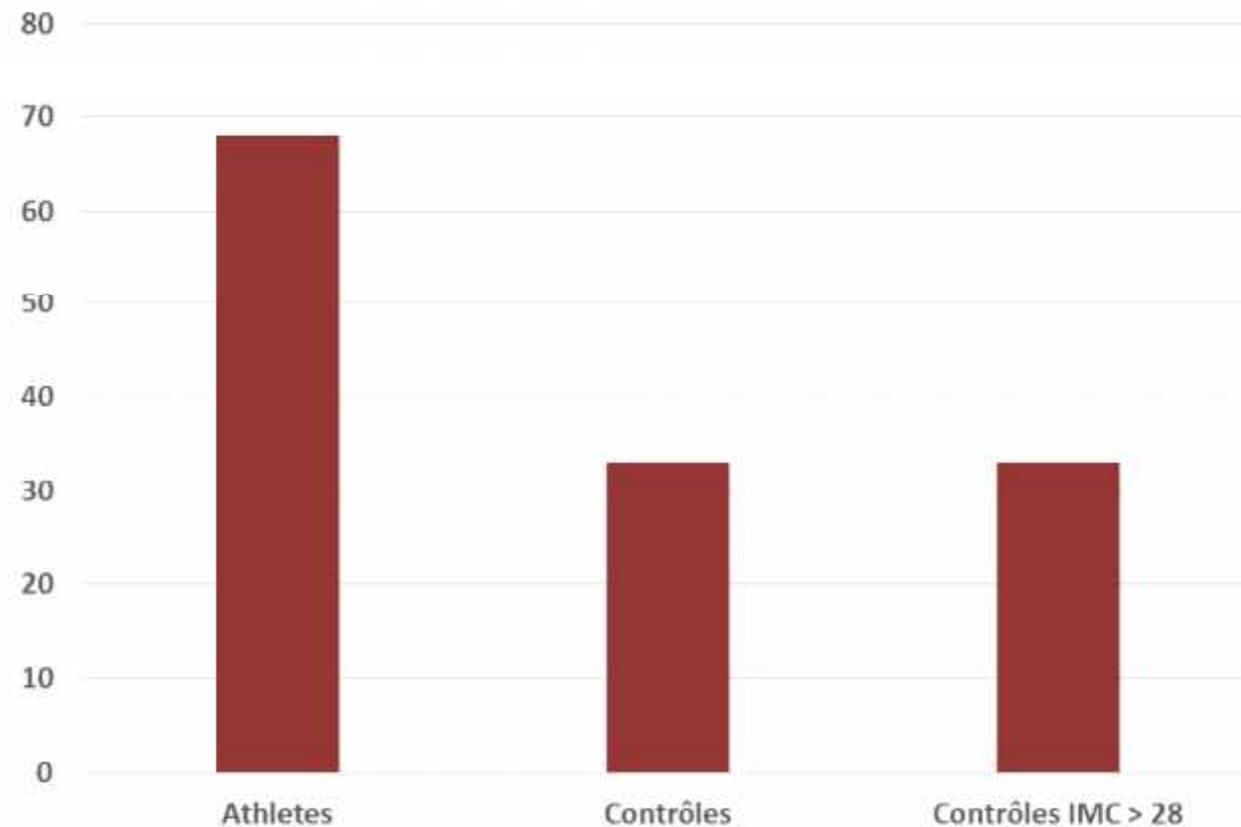
Référence	Population	Régime particulier	Diversité	Firmicutes	Bacteroidetes	Lactobacilli
Santacruz 2009	Adolescents obèses ou en surpoids (n=36)	Régime restrictif + Exercice intensif	?	↓	↑	↑
Mc Fadzean 2014	1493 sujets faisant +/- d'exercice	non	↑	↑	NS	NS
Clarke 2014	40 Rugbymen haut niveau  46 contrôles	non	↑	↑ F.Prausnitzii Akkermansia	↓	↑

# Le sport de haut niveau accroît la diversité du microbiote



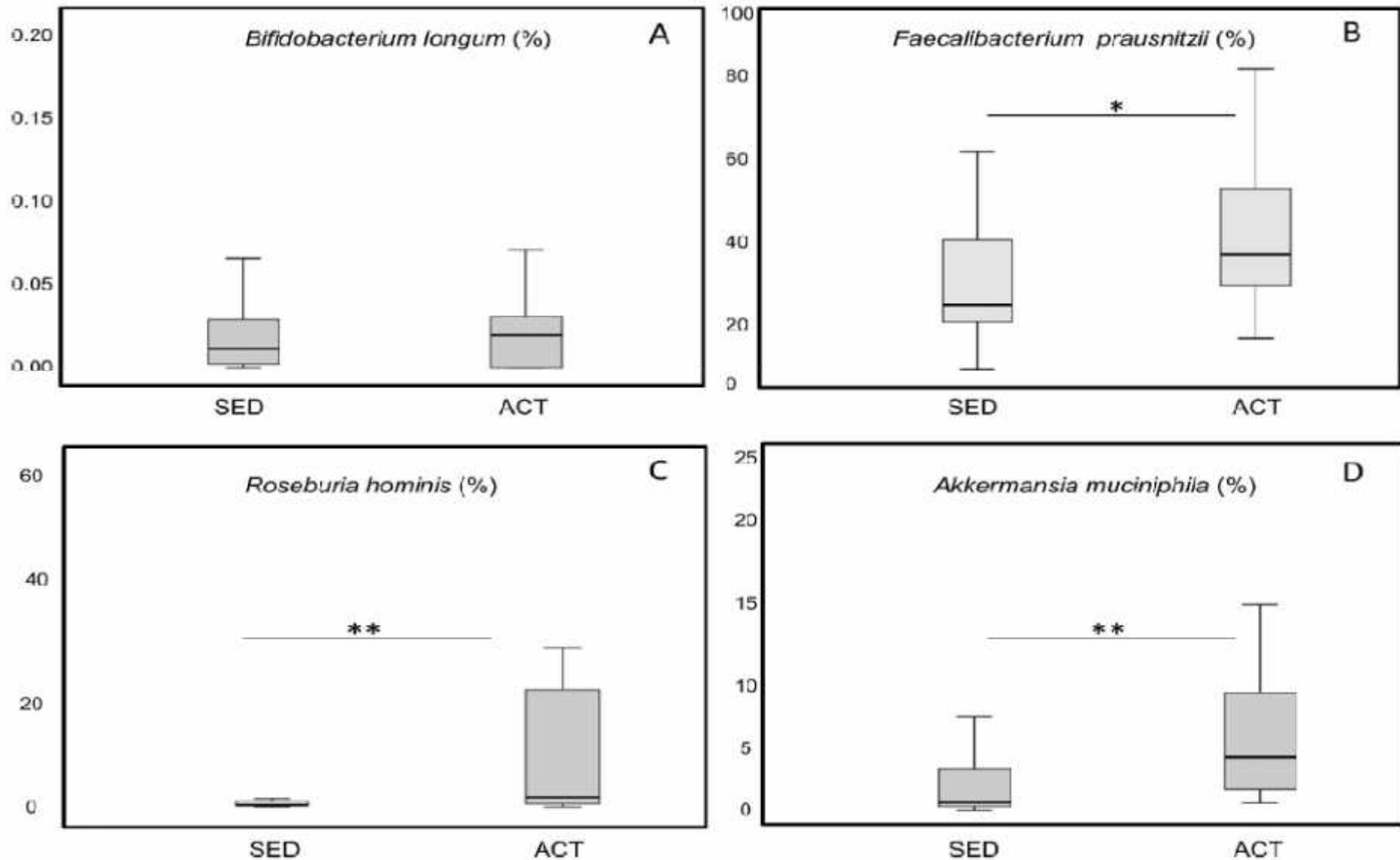
**Richesse  
particulière  
en Akkermansia**

Familles

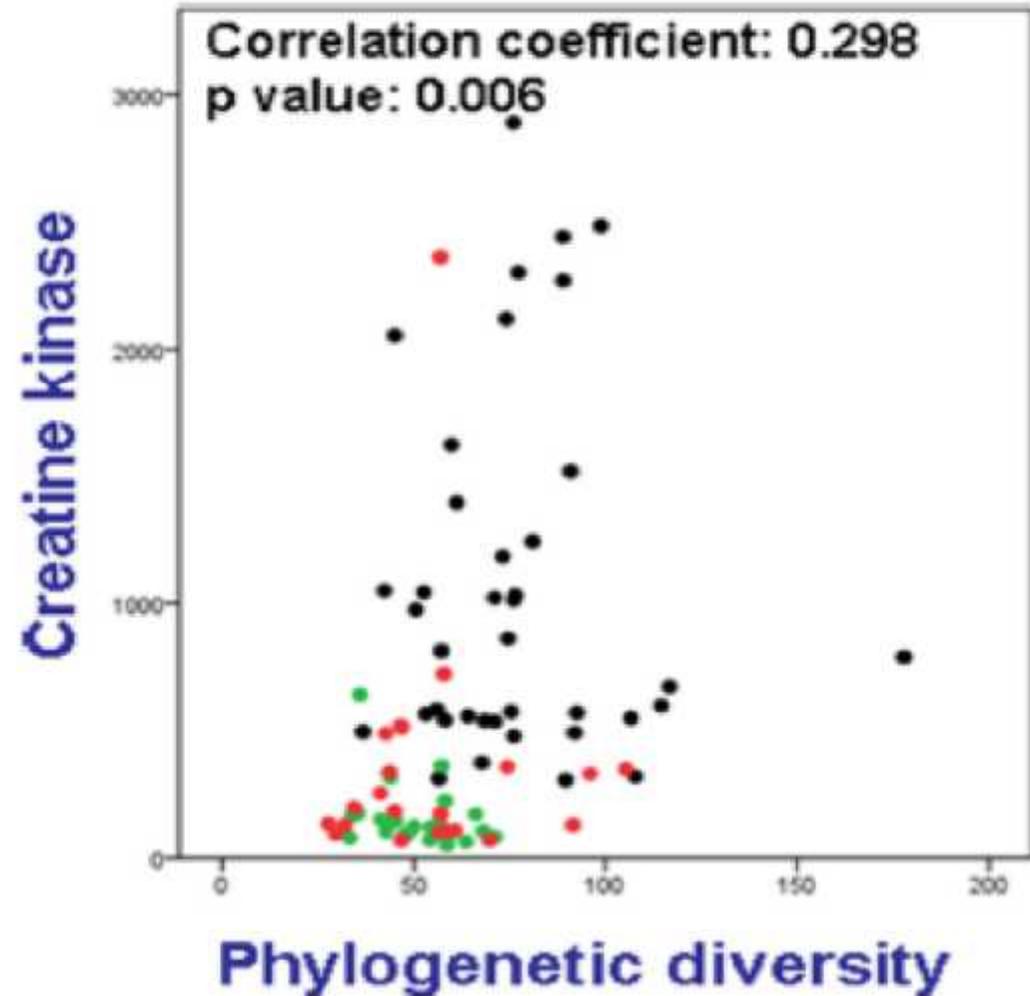
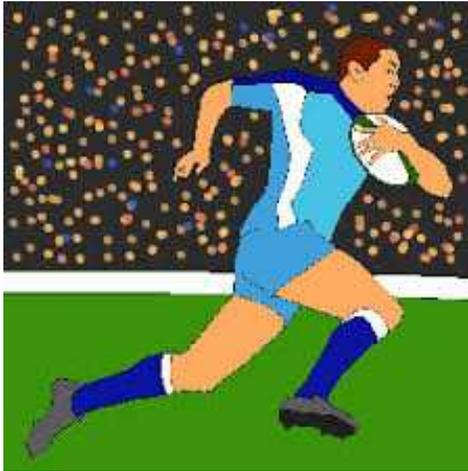


*Clarke SF et al Gut 2014;63:1913-20*

# Exercice et microbiote intestinal



# Le sport de haut niveau accroît la diversité du microbiote



*Clarke SF et al Gut 2014;63:1913-20*



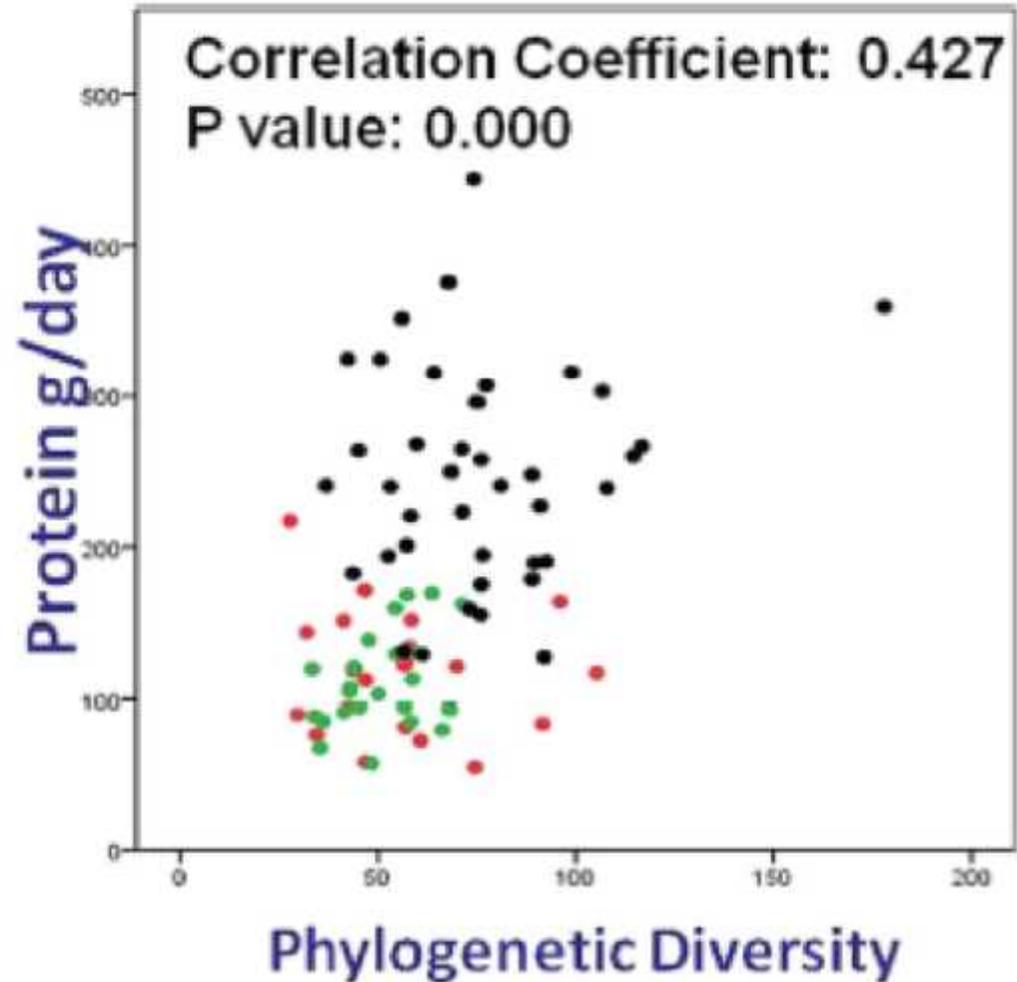
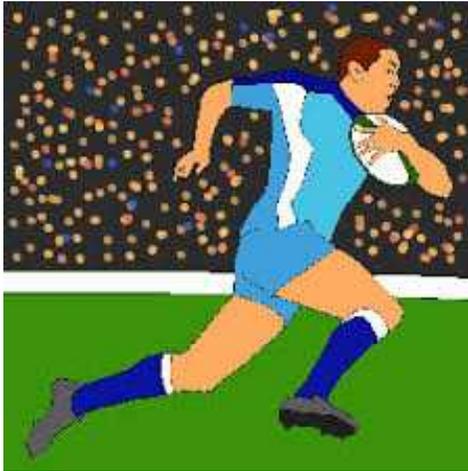
# Microbiote et sport de haut niveau

Table 2 Macronutrient intake in study participants

Macronutrients	Recommended daily intakes	Athletes (n=40)		Control BMI <25 (n=23)		Control BMI >28 (n=23)	
		Median	IQR	Median	IQR	Median	IQR
Energy (kcal)	2400–2800 <sup>47</sup>	4449**	3610–5656	2937	2354–3917	2801	2358–3257
Protein (g)		248**	192–305	117	83–144	105	88–131
Protein (g/kg/bw)		2.36**	0.99–4.42	1.55†	0.88–2.82	1.1	0.55–1.66
Fat (g)		131**	113–186	100	80–152	101	78–127
Saturated fat (g)		44**	35–55	37	28–45	33	30–49
Monounsaturated fat (g)		41*	32–57	35	25–48	32	25–42
Polyunsaturated fat (g)		18*	16–31	17	12–29	15	11–22
Carbohydrate (g)		572**	442–875	375	288–529	316	266–423
Sugars (g)	≤10% TE <sup>47</sup>	330**	250–569	163	131–256	159	102–247
Fibre (g)	≥25 g <sup>47</sup>	39*	32–51	30	25–36	25	19–33
Total energy from protein (%)	10–35% TE <sup>48</sup>	22	17–27	16	11–20	15	13–19
Total energy from total fat (%)	20–35% TE <sup>47</sup>	27	23–37	31	25–47	32	25–41
Total energy from saturated fat (%)	≤10% TE <sup>47</sup>	9	7–11	11	9–14	11	10–16
Total energy from carbohydrate (%)	45–65% TE <sup>48</sup>	49	39–79	51	40–72	45	38–60

\*p Value≤0.05 between athletes and both control groups. \*p Value≤0.05 between athletes and >28 controls. †p Value≤0.05 between control groups. BMI, body mass index; TE, total energy; bw, body weight.

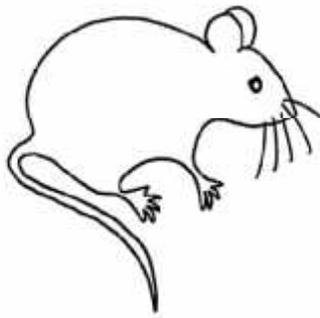
# Le sport de haut niveau accroît la diversité du microbiote



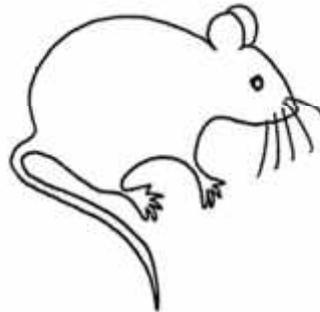
*Clarke SF et al Gut 2014;63:1913-20*

# Un effet du microbiote sur la performance ?

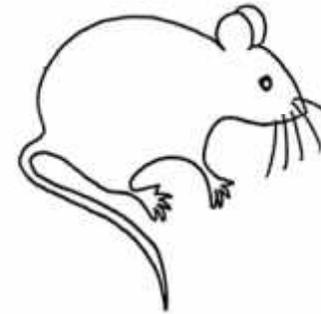
Endurance pour nager (Hsu YJ J Strength Cond 2015)



**Flore habituelle**



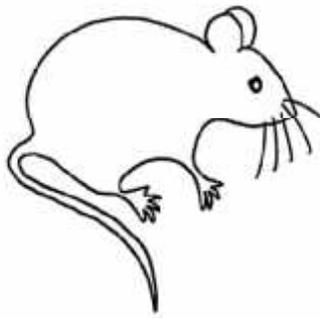
**Bacteroidetes fragilis**



**Germ-free**

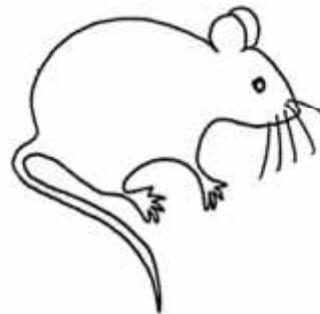
# Un effet du microbiote sur la performance ?

Endurance pour nager (Hsu YJ J Strength Cond 2015)



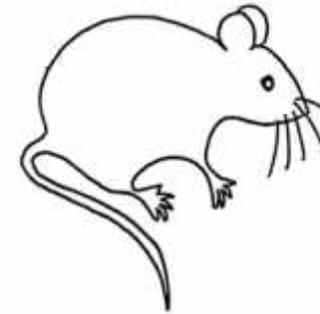
Flore habituelle

>



Bacteroidetes fragilis

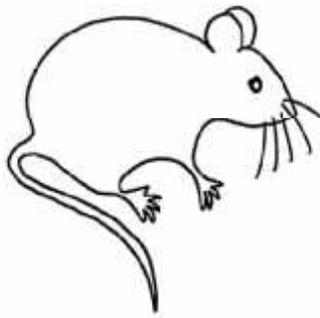
>



Germ-free

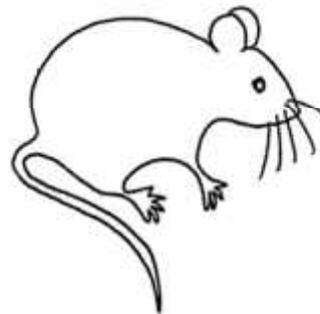
# Un effet du microbiote sur la performance ?

Endurance pour nager (Hsu YJ J Strength Cond 2015)



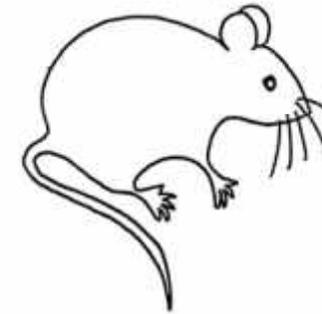
Flore habituelle

>



Bacteroidetes fragilis

>



Germ-free

Effet chez l'homme

?

# Probiotiques : pourquoi ?

- **Améliorer les performances du sportif**
- **Réduire les effets indésirables pendant l'effort**
- **Réduire la fréquence des infections, notamment respiratoires**
- ...

# Fréquence des symptômes digestifs au cours de différents sports

	Symptômes digestifs Hauts (%)	Symptômes digestifs Bas (%)
Coueurs à pied (N=199)	36	71
Cyclistes (N = 197)	67	64
Triathlètes (N = 210)	52	45
Triathletes pendant l'épreuve de course à pied (N = 210)	54	79

*Peters HP et al Am J Gastroenterol 1999*

# Diarrhée lors d'efforts intenses

- **Halvorsen *FA Br J Sports Med 1990*** (90 coureurs)

	H	F	Total
Selles plus nombreuses :	34%	54%	38%
Selles plus liquides :	32%	50%	36%
Selles nombreuses et liquides:	44%	62%	48%

- **Sullivan *SN J Clin Gastroenterol 1992*** (109 coureurs)

Stop pendant la course pour diarrhée : 62 %

Accident d'incontinence : 12 %

- **Ten Haaf *DS Br Med J Open 2014*** (433 coureurs)

Diarrhée : 4 %

Besoin exonérateur impérieux : 11 %

A male runner in a red tank top and black shorts is running on a paved road. He has a white race bib with the number 26 and the Adidas logo. He has a visible injury on his right leg, which is wrapped in yellow tape. He has a pained expression. A crowd of spectators is visible in the background, separated from the road by a yellow caution tape. A thought bubble is superimposed on the image, containing the text "Docteur, j'ai un problème !".

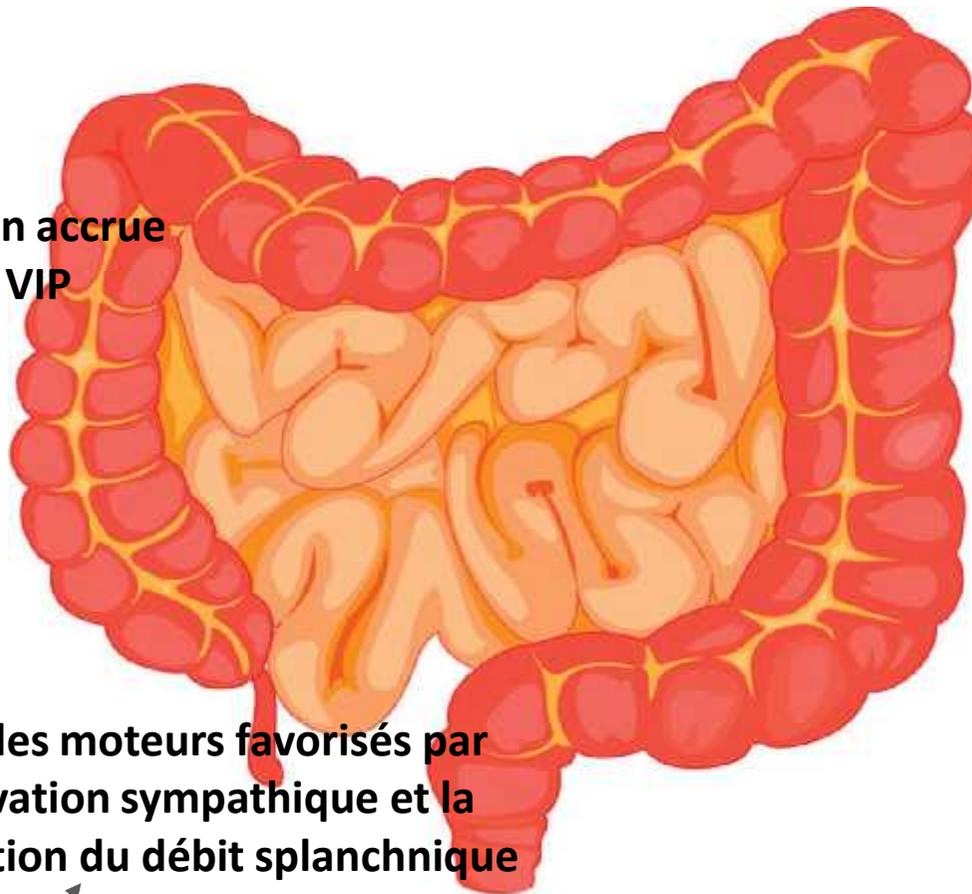
**Docteur, j'ai  
un problème !**

# Diarrhée lors d'efforts intenses

## Quelle physiopathologie ?

Diminution de l'absorption des sucres  
(diarrhée osmotique)

Sécrétion accrue  
de VIP

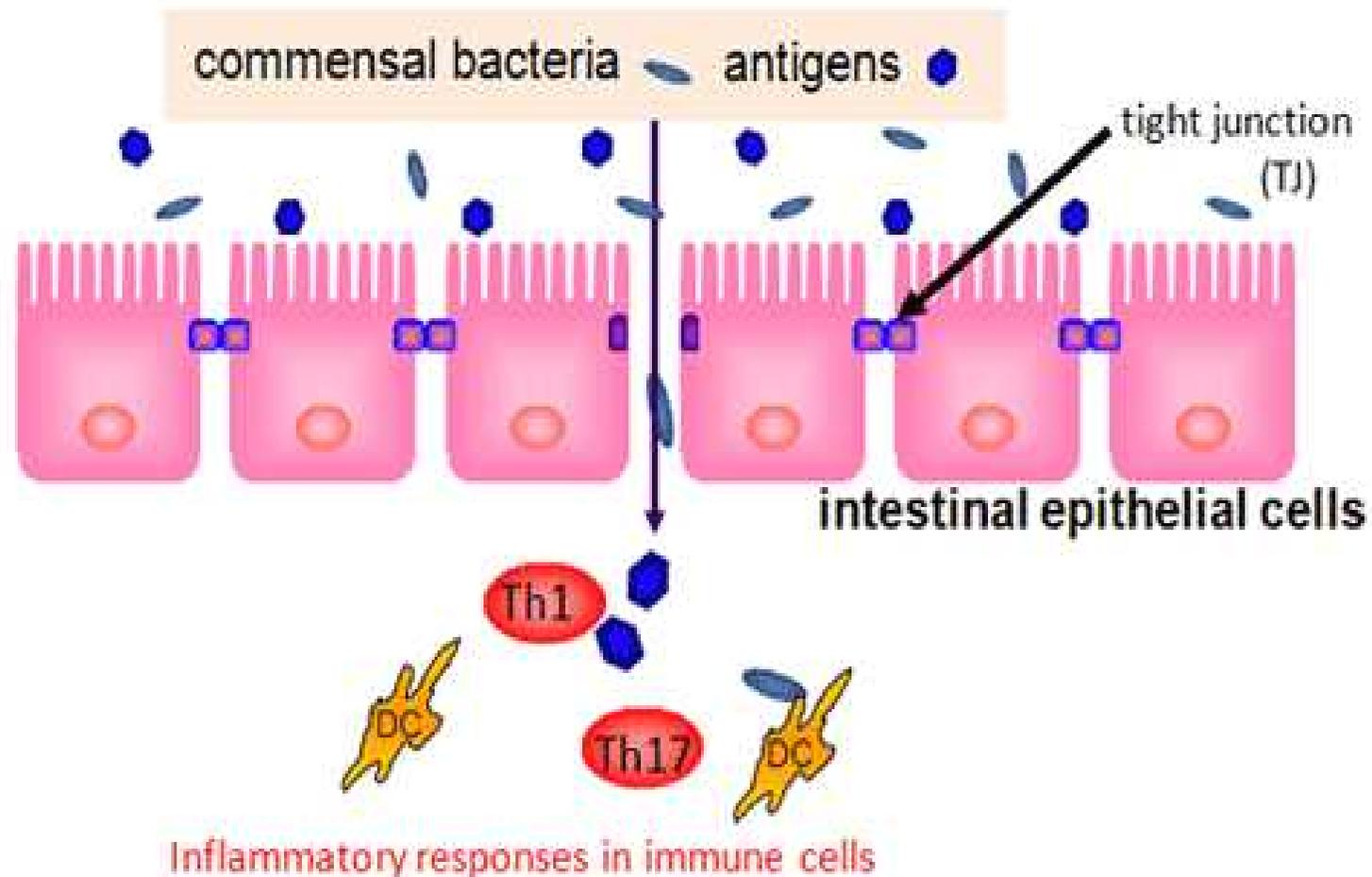


Augmentation  
de la perméabilité  
intestinale

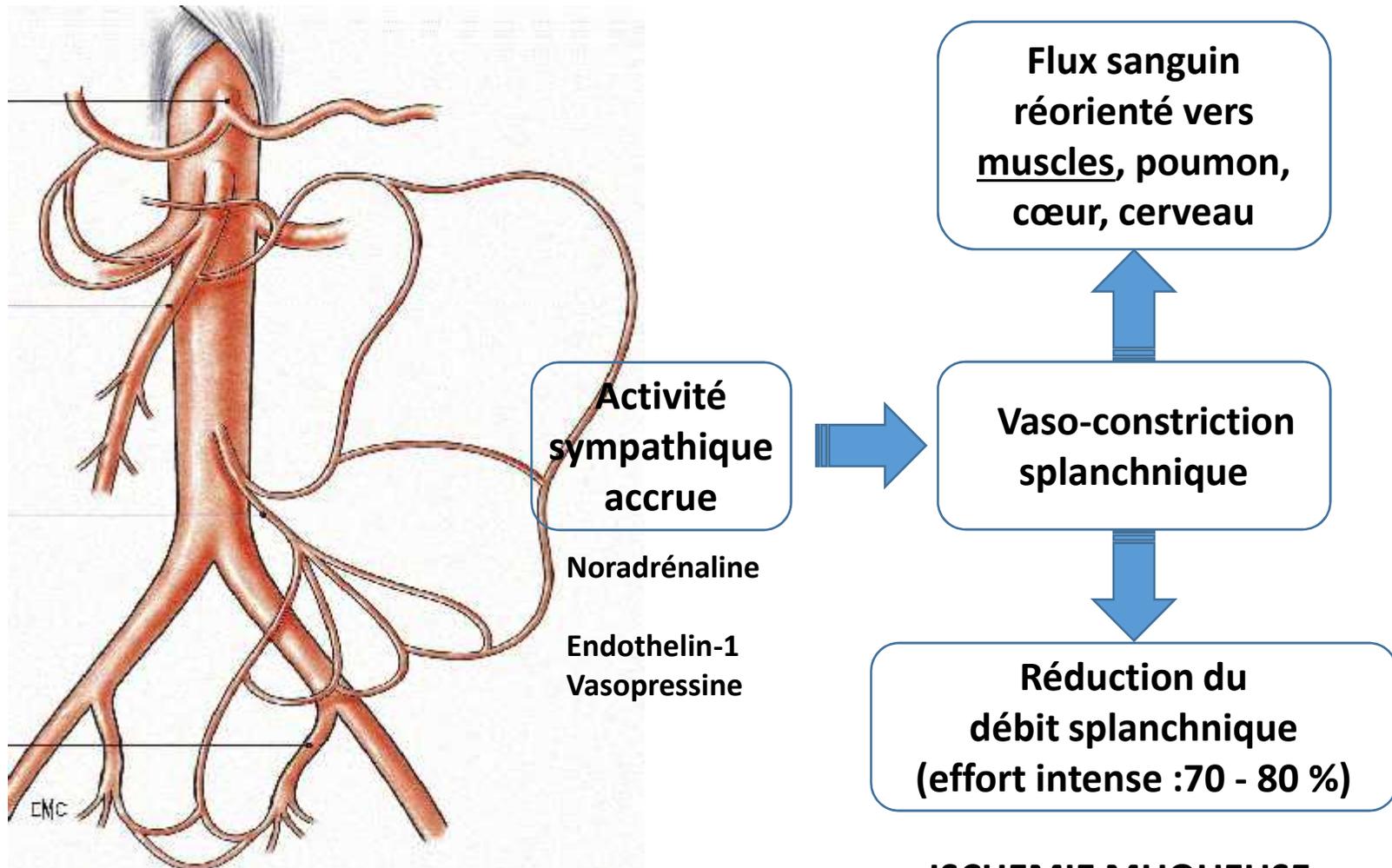
Troubles moteurs favorisés par  
l'activation sympathique et la  
diminution du débit splanchnique  
( ↗ Phases 3, ↗ motricité colique gauche)

# Diarrhée impériale lors d'efforts intenses

## Une physiopathologie multifactorielle



# Evolution du flux sanguin splanchnique à l'effort



# Diarrhée impérieuse lors d'efforts intenses

## Quelle physiopathologie ?

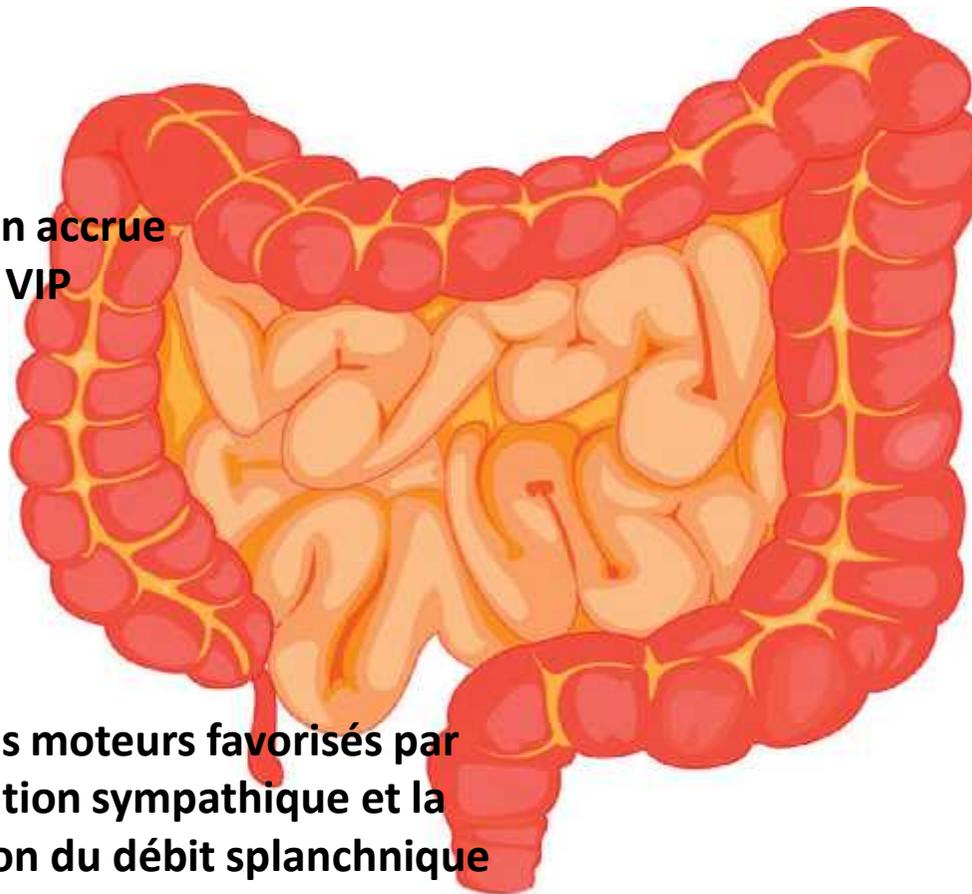
Diminution de l'absorption des sucres  
(diarrhée osmotique)

Sécrétion accrue  
de VIP

Augmentation  
de la perméabilité  
intestinale

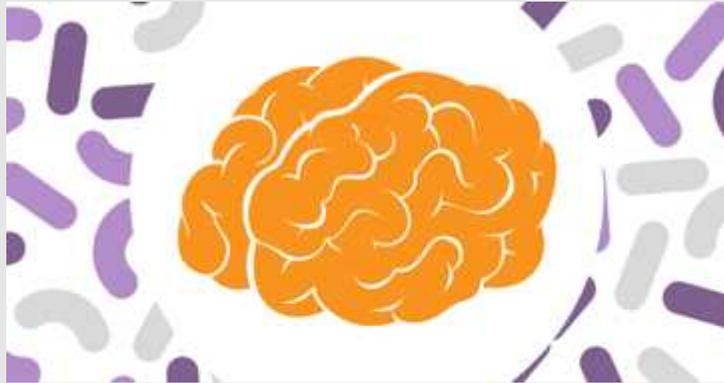
Troubles moteurs favorisés par  
l'activation sympathique et la  
diminution du débit splanchnique  
(Phases 3, motricité colique gauche)

Stress de la  
compétition



# Les probiotiques ont-ils des effets objectifs ?

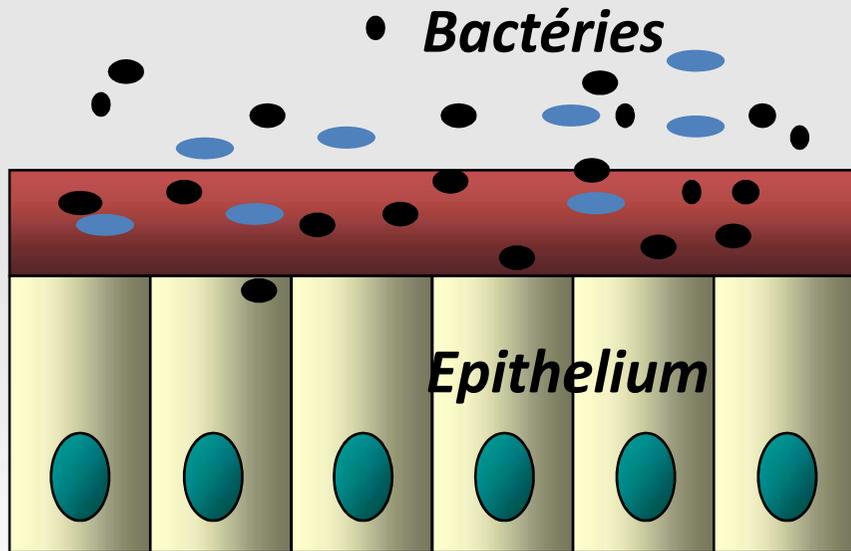
- **Multiples**



4.

Modulation de l'activité des structures centrales intégrant les émotions et les messages sensitifs d'origine digestive

*Tillisch K Gastroenterology 2013*

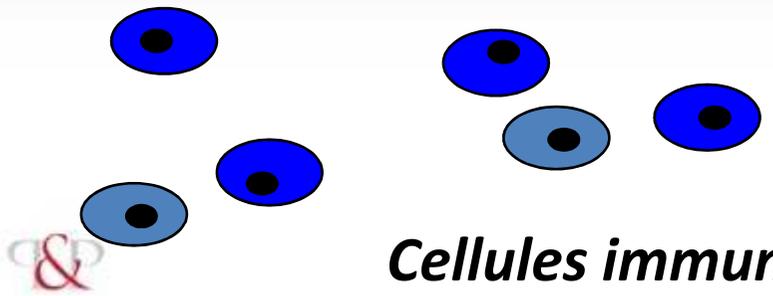


1.

Effets antimicrobiens  
- pH  
- sécrétion de substances à action antimicrobienne  
- Production IgA

2.

Effets sur la barrière  
- Réduction de la perméabilité intestinale  
- Augmentation de la synthèse de mucines



3.

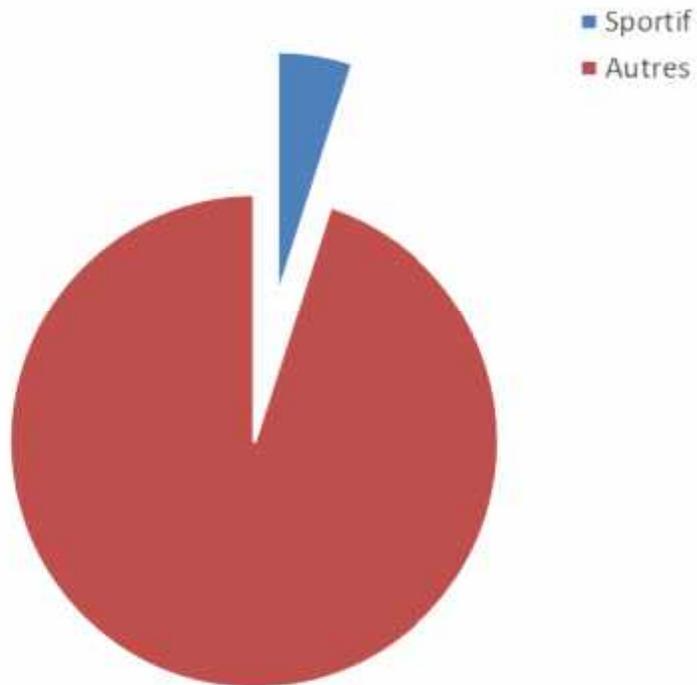
Immunomodulation  
Baisse de la production de cytokines pro-inflammatoires

# Les probiotiques ont-ils des effets objectifs ?

- **Multiples**
- **SOUCHES ET DOSE DEPENDANTS**

# Essais cliniques avec les probiotiques

15 essais (2006-2014)



15 essais



**10  
essais**  
**Critère  
clinique**

70 sujets  
(10-465)

12 semaines  
(4-20)



**5  
essais**  
**Critères  
biologiques**

IL4,IL6,IL16  
TNFa, IFNg  
Radicaux libres

# Résultats des essais cliniques avec les probiotiques chez le sportif

Auteur	Placebo	Type de sportif	Bacterie testée	Résultats
Moreira (2007)	Oui	Marathoniens	<i>L.Rhamnosus</i>	NS
Kekkonen (2007)	Oui	Marathoniens	<i>L.Rhamnosus</i>	↘ SGI SIR ↘
Tioller (2007)	Oui	Commandos	<i>L.Casei</i>	↘ SIR Rhino ↗
Cox (2010)	Oui	Coureurs à pied	<i>L.Fermentum</i>	↘ SIR
Gleeson (2011)	Oui	Sujets actifs	<i>L.Shirota</i>	↘ SIR
West (2011)	Oui	Sujets actifs	<i>L.Fermentum</i>	↘ SIR
Gleeson (2012)	Oui	Coureurs à pied	<i>L.Salivarius</i>	NS
West (2014)	Oui	Sujets actifs	<i>B.Lactis + L.acidophilus</i>	↘ SIR
Haywood (2014)	Oui	Rugbymen	<i>L.Gasseri, B.longum B.Bifidum</i>	↘ SIR
Shing (2014)	Oui	Coureurs à pied	Cocktail	↘ Fatigue

*SIR: infections respiratoires; SGI : symptômes gastro-intestinaux*

# Probiotiques et infections respiratoires chez le sportif

- 10 essais contrôlés contre placebo (n=3451)
- **Risque infections respiratoires**
  - OR: 0.58 (0.36-0.92)
- **Risque infections respiratoires > 3/hiver**
  - OR: 0.53 (0.36-0.80)
- **Besoin d'antibiotiques**
  - OR: 0.67 (0.45-0.98)
- **Durée des infections respiratoires**
  - NS

**Effect of *Lactobacillus paracasei* subsp. *paracasei*, *L. casei* 431 on immune response to influenza vaccination and upper respiratory tract infections in healthy adult volunteers: a randomized, double-blind, placebo-controlled, parallel-group study.**

**Jespersen L1, Tarnow I1, Eskesen D1, Morberg CM2, Michelsen B1, Bügel S1, Dragsted LO1, Rijkers GT1, Calder PC**

**PREVIENT LES INFECTIONS : NON**

**REDUIT LA DUREE DES INFECTIONS : OUI**

**Am J Clin Nutr. 2015;101(6):1188-96. doi: 10.3945/ajcn.114.103531.**

# Probiotiques pour réduire les problèmes musculaires ?

Probiotic *Bacillus coagulans* GBI-30, 6086 reduces exercise-induced muscle damage and increases recovery

**20 hommes entraînés**

**20 g caséine**

**ou**

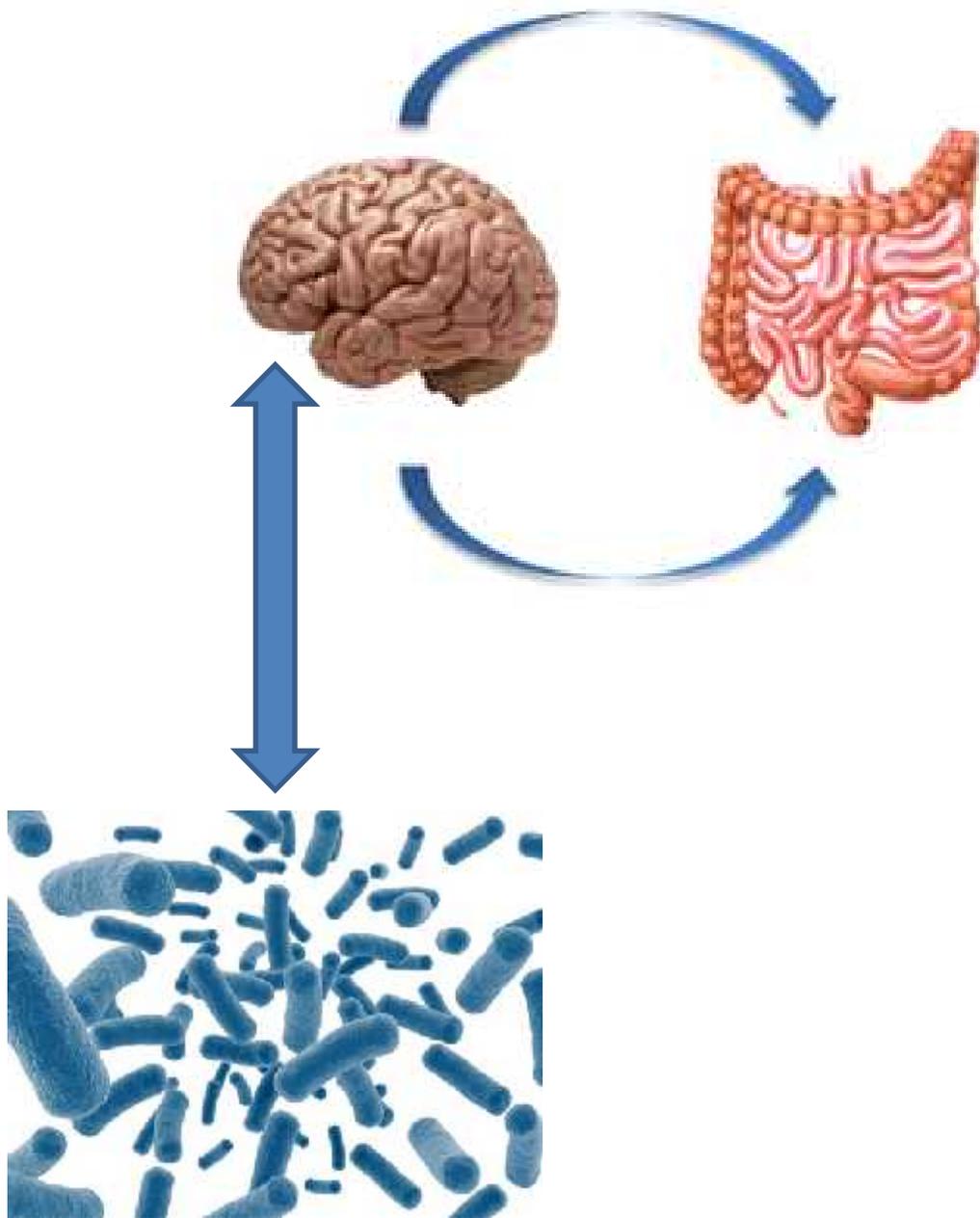
**20 g caséine + probiotique**

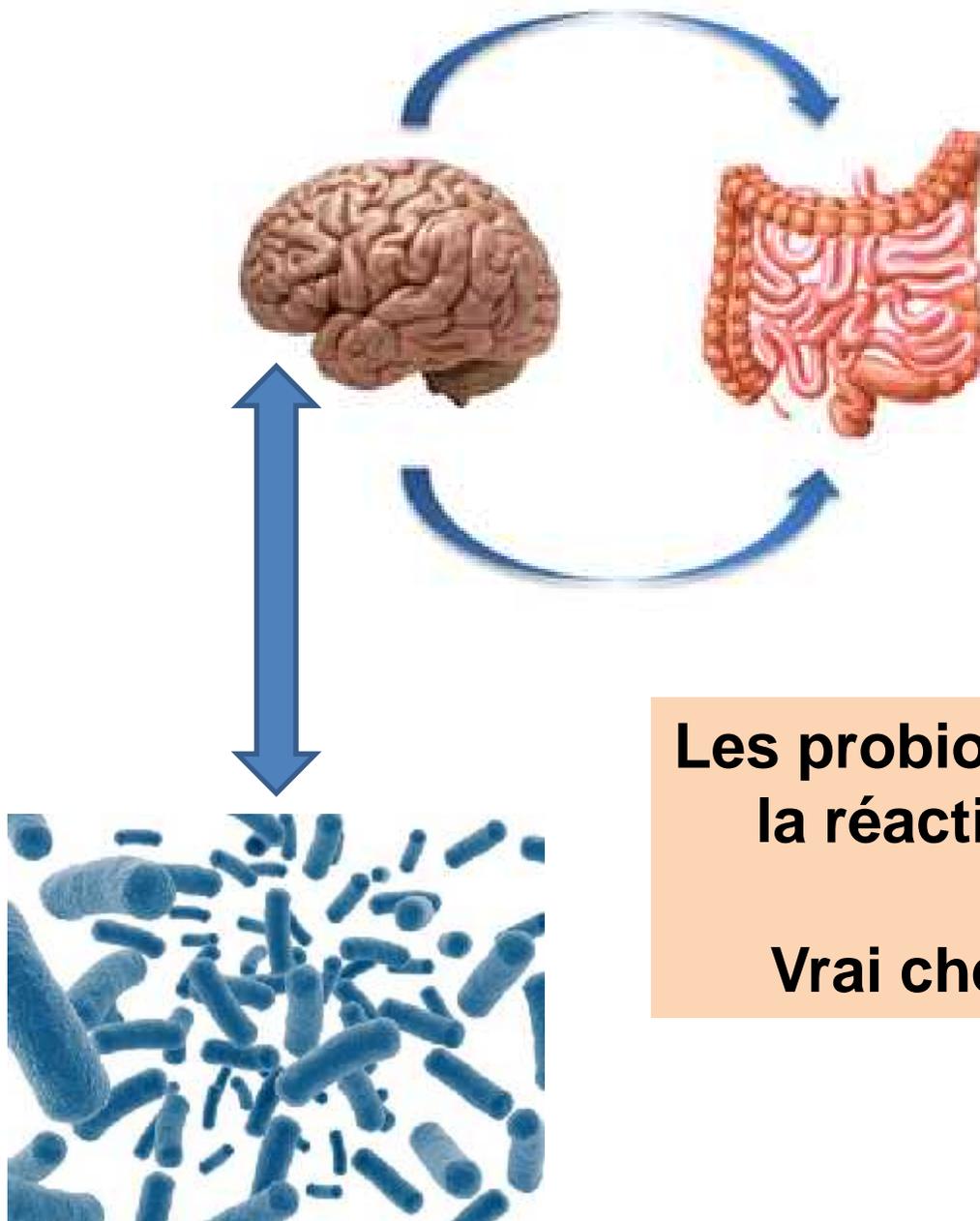


**Meilleure récupération  
à 24 h et 72 h**

**Moins de dégâts musculaires  
(IRM) à 72 h**

**Jager R PeerJ 2016**





**Les probiotiques réduisent  
la réactivité au stress**

**Vrai chez le sportif ?**

## Les « FODMAPs »

(Fermentable **O**ligosaccharides, **D**isaccharides,  
**M**onosaccharides **A**nd **P**olyols)

Catégories	Type de FODMAPs
Fructo- ou Gluco- Oligosaccharides	Fructanes, Saccharose, Cyclodextrines, Inuline...
Disaccharides	Lactose
Monosaccharides	Fructose
Polyols	Mannitol, Sorbitol

**Sucres - lentement ou mal absorbés  
- fermentescibles**





EFFET OSMOTIQUE  
+  
FERMENTATION



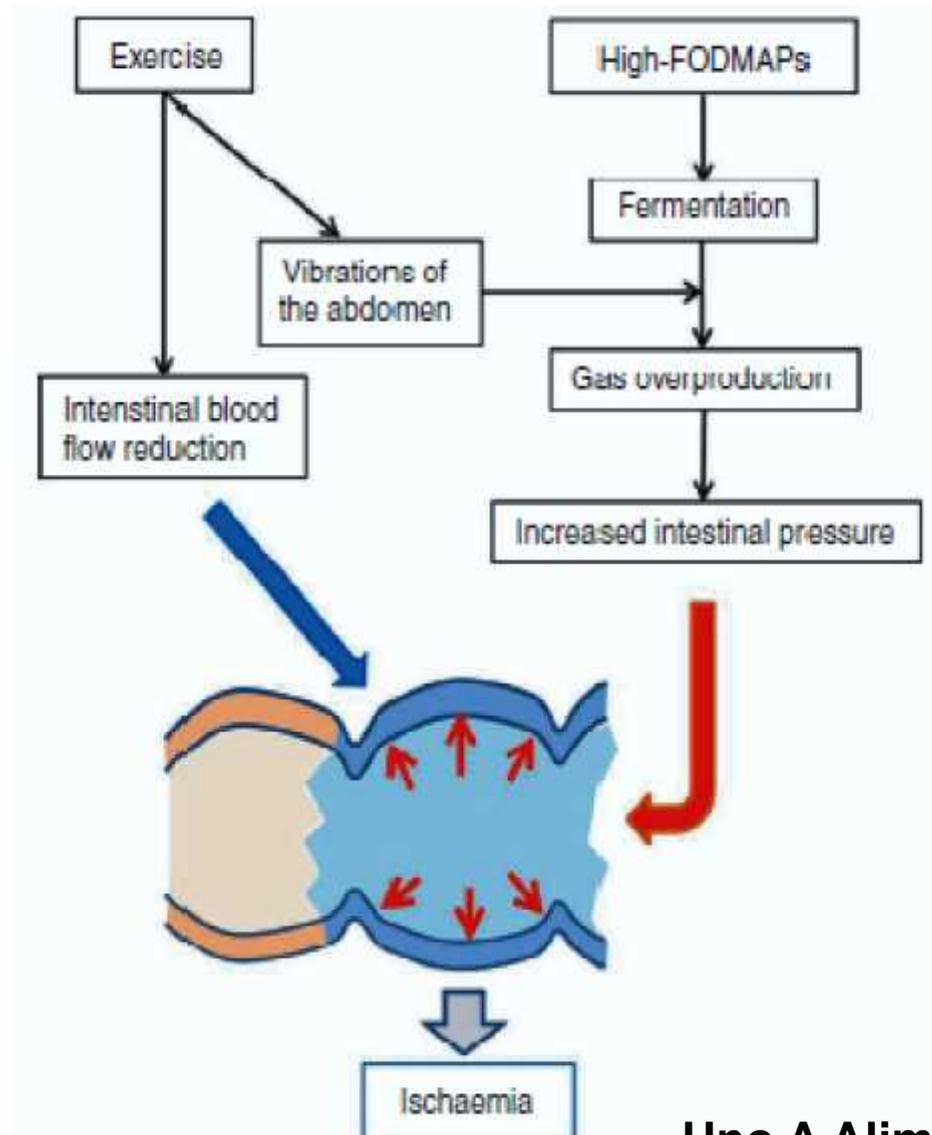
DISTENSION INTESTINALE



SYMPTOMES  
(douleur, ballonnement)



# Les FODMAPS : Déléteurs ?



# Conclusions

- **L'exercice physique est associé à une modification du microbiote**
- **Sur les données actuelles, il est difficile de faire la part entre les effets de l'exercice lui-même et les effets de l'alimentation**
- **Les arguments pour proposer un traitement probiotique sont minces sur les données actuellement disponibles**

