

Ecosystème microbien du tube digestif

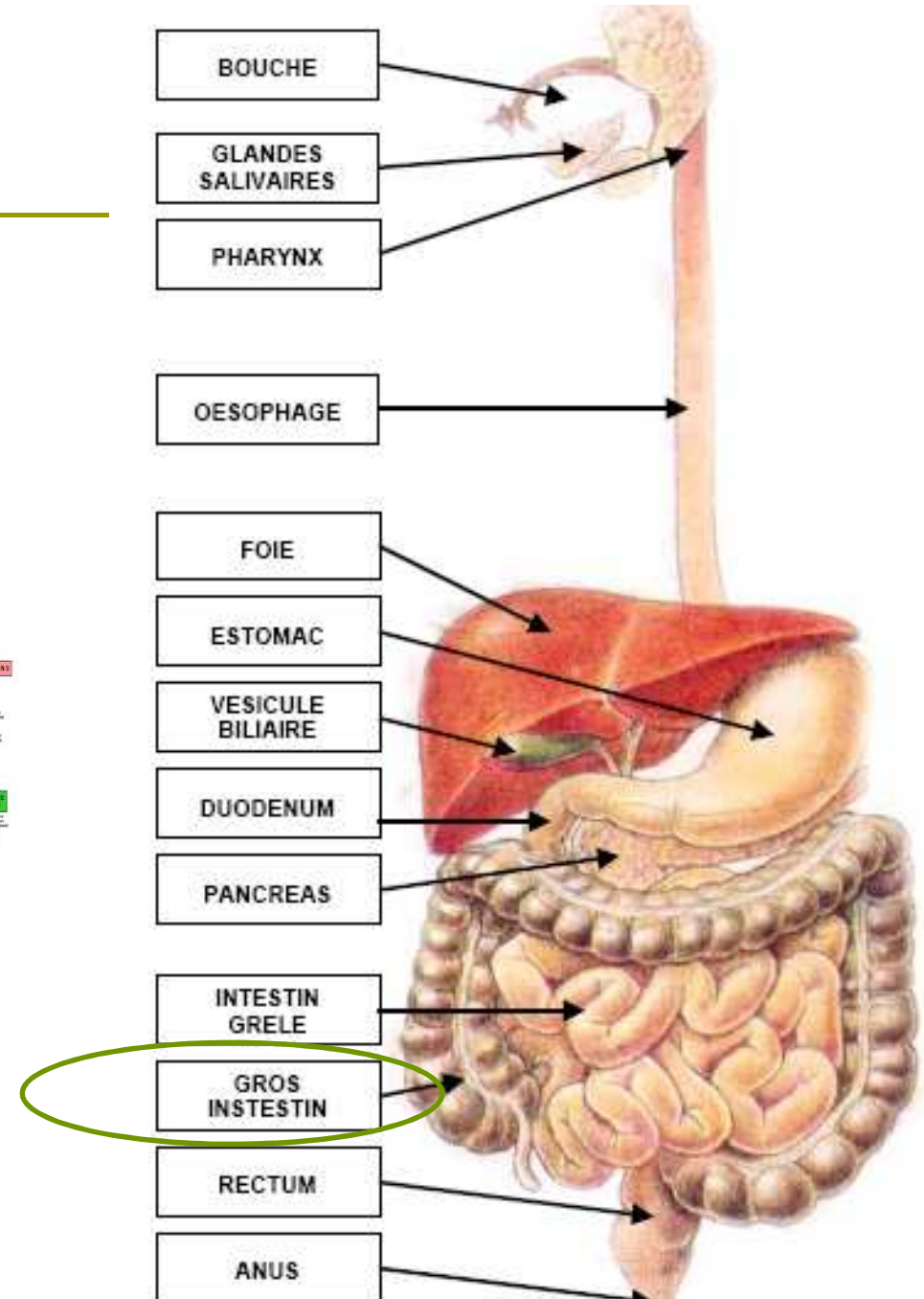
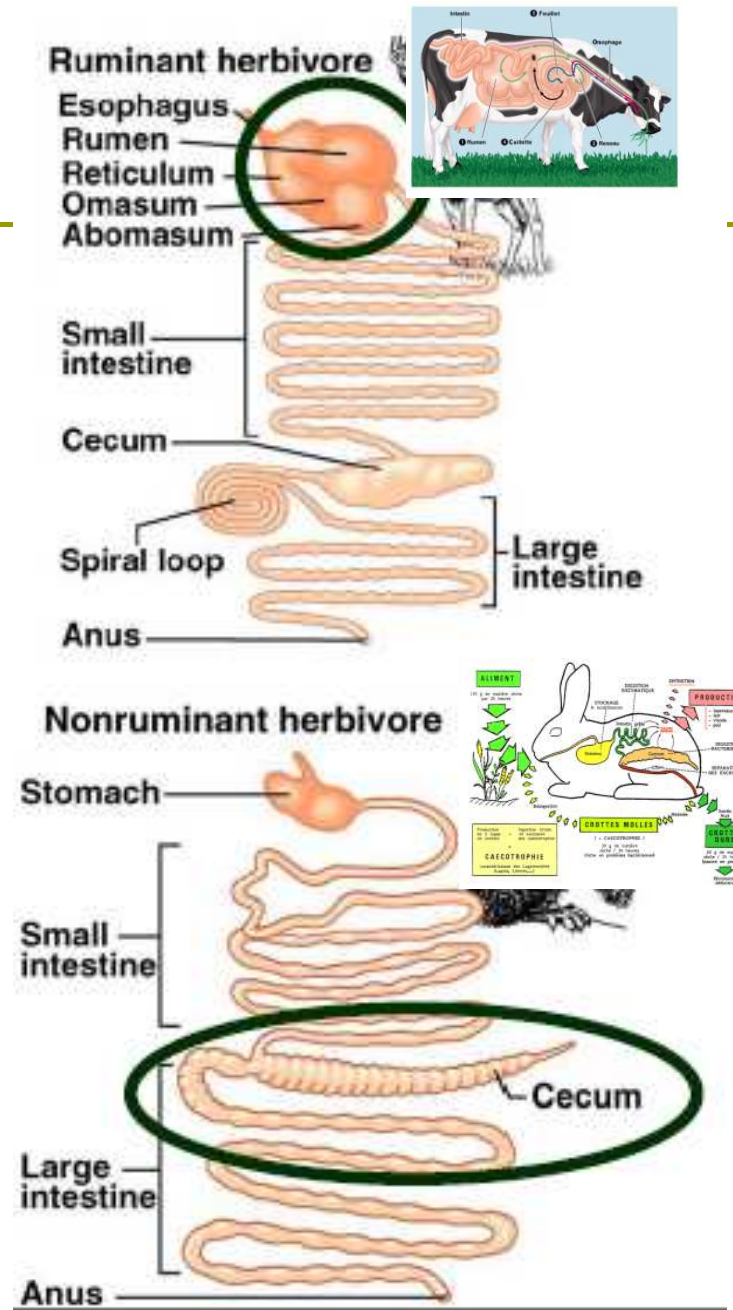
Plan de cours

- ❖ **Système digestif**
- ❖ **Condition physico-chimiques**
- ❖ **Diversité microbienne**
- ❖ **Rôle des micro-organismes dans la digestion**
- ❖ **Facteurs influencent l'écosystème digestif**



Homme
Rumen
Lapin

Système digestif

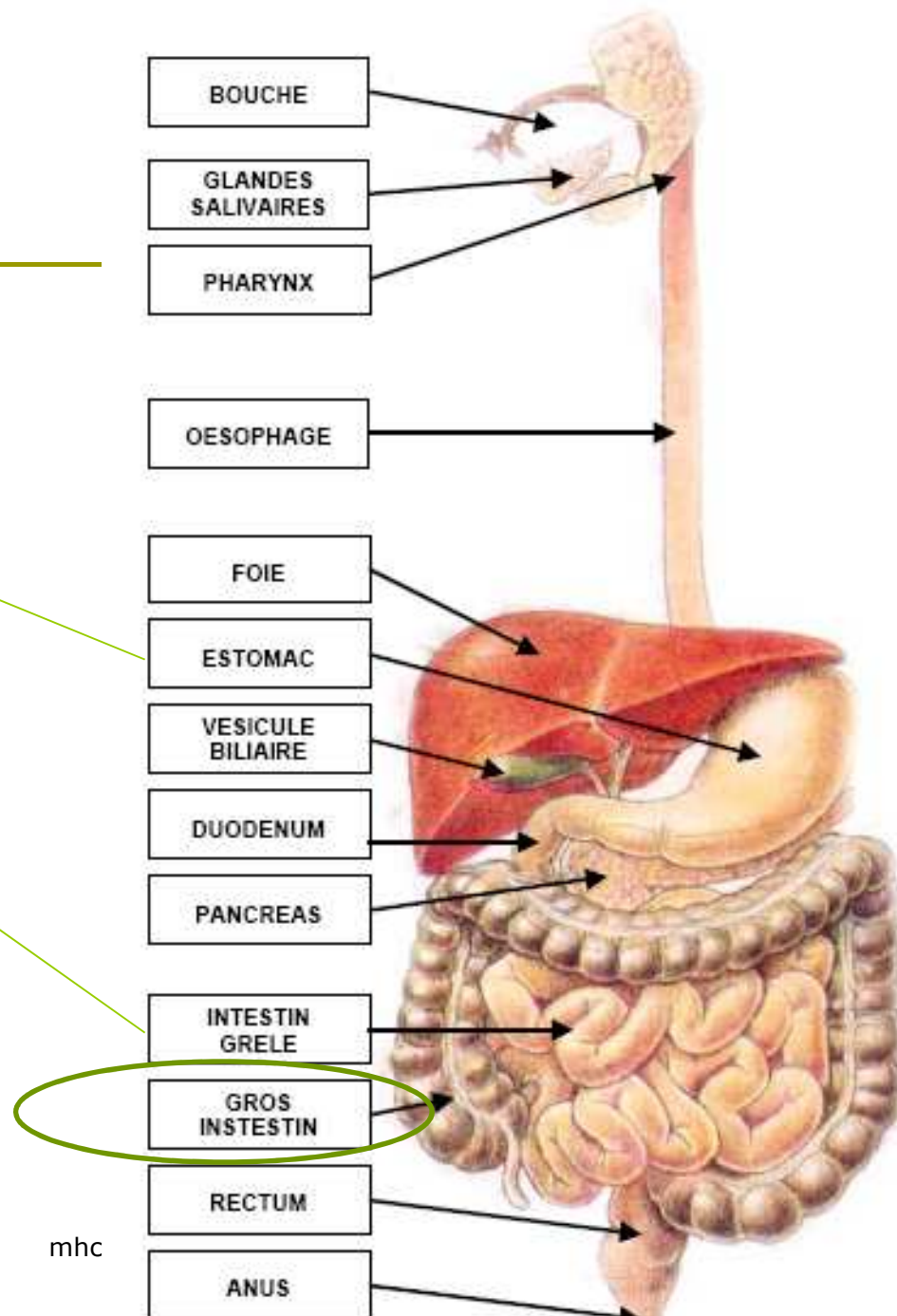


Homme

10^3 bactéries/ g
pH acide

10^4 bactéries / g
pH acide
transit rapide

Flores
microbiennes
dense



mhc

Colon : exclusivement anaérobie

□ flore dominante

($N > 10^9$ UFC/g)

- ***Bifidobacterium*,**
- ***Eubacterium*,**
- ***Peptostreptococcus*,**
- ***Ruminococcus*,**
- ***Clostridium*,**
- ***Propionibacterium*,**

□ flore sous dominante

($10^6 > N > 10^8$ UFC/g) :

- ***Lactobacillus*,**
- ***Enterobacteriaceae***
(surtout *E.coli*)
- ***Streptococcus* ,**
- ***Enterococcus*,**
- ***Fusobacterium*,**
- ***Methanobrevibacter***

□ flore résiduelle ($N < 10^6$ UFC/g) :

□ flore fécale

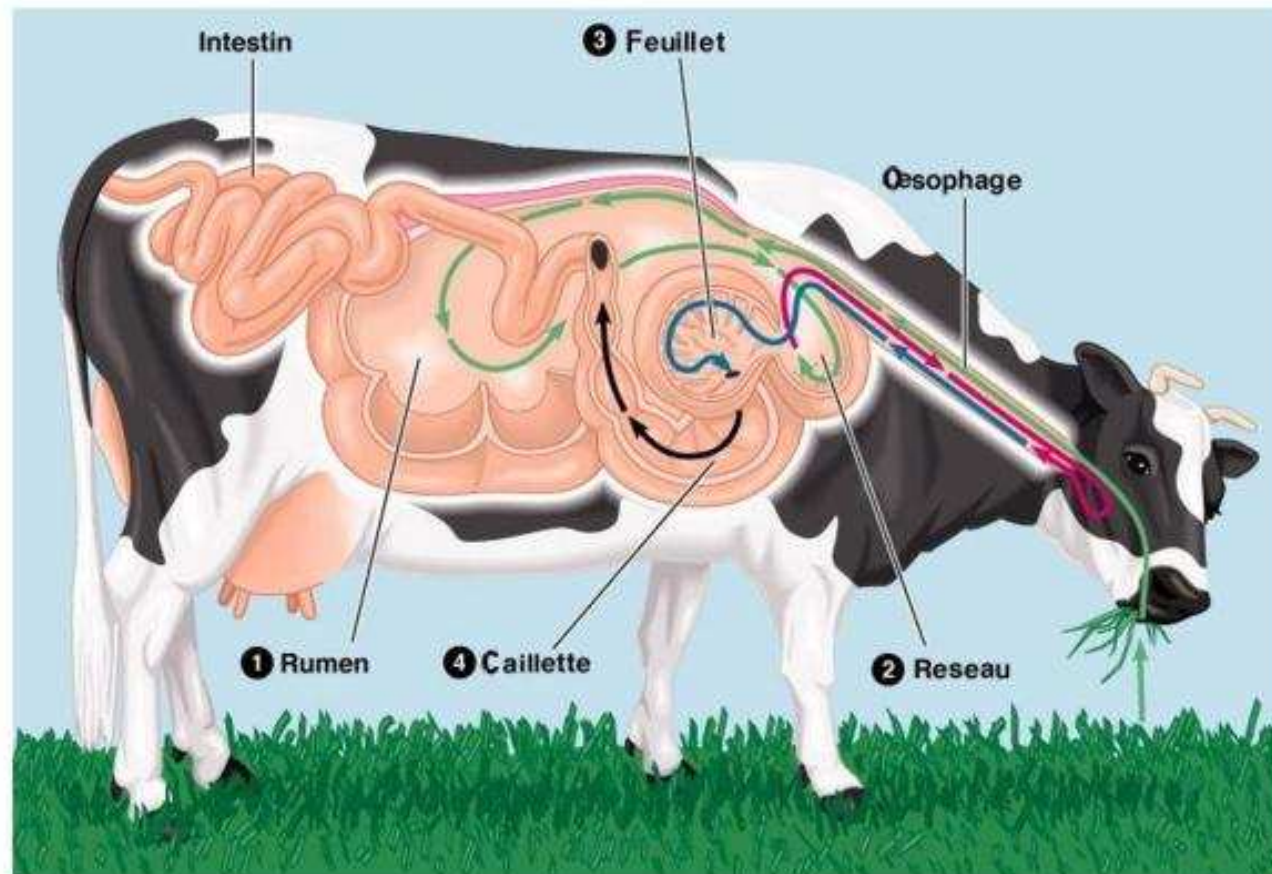
Rôles de la flore intestinale humaine

- ✓ Effets digestifs
- ✓ Effets nutritionnels
- ✓ Effets protecteur

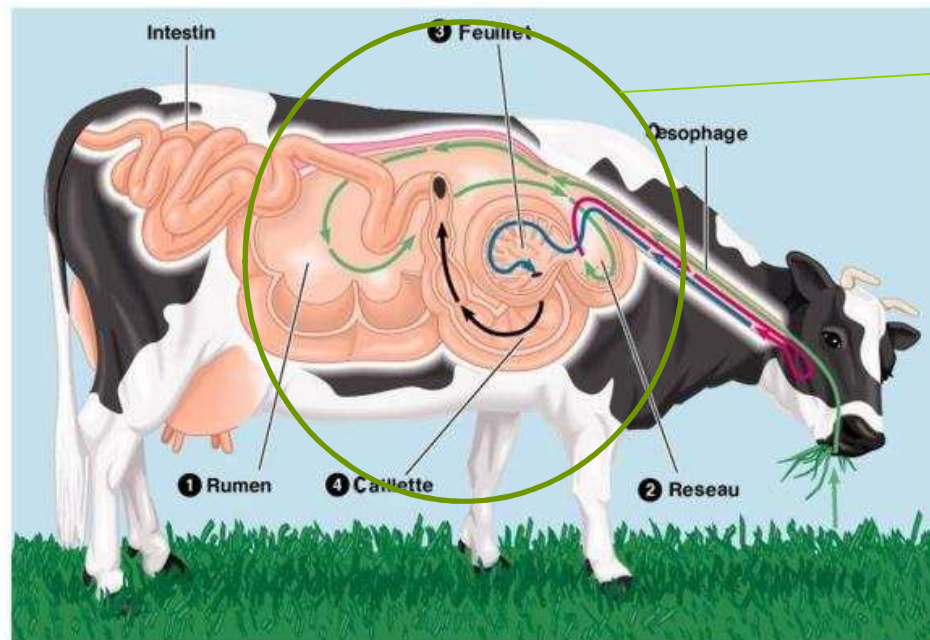
La flore microbienne intestinale joue un rôle fondamental dans la santé humaine et pourtant cet écosystème extraordinairement dense reste peu connu.

Ecosystème microbien du tube digestif

Rumen



Appareil digestif du ruminant

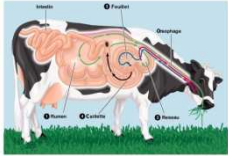


- **Estomac (70-75%)**

1. Rumen (panse)- 90%
2. Réseau (réticulum)
3. Feuillet (omasum)
4. Caillette (abomasum)

- **Intestin grêle**

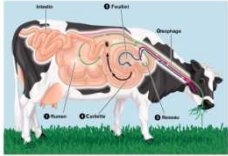
- **Gros intestin**



Appareil digestif du rumen et Conditions du milieu

- **Anaérobiose :**
 - CO_2 : 60% de la poche des gaz,
 - CH_4 : 27%,
 - N_2 : 7%
 - H_2 : 0.2%

- **pH** : entre 5,5 et 7,3 (**Importance de la salive : Tampon**)
- **T°** : 39,5°C et 40°C
- **Humidité** : 85% et non homogène
- **Pression osmotique** : 200 à 400 mosm/l.
- **Potentiel d'oxydoréduction** : réducteur



Ecosystème microbien digestif des ruminants

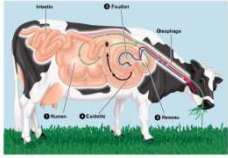
Les bactéries : environ 10^{12} cellules bactériennes /ml
extrême diversité, **Anaérobies: 98%**

Les protozoaires : 10^4 à 10^6 cellules /ml, elle est distribuée
entre les particules solides et la phase liquide

Les champignons : 10^3 et 10^5 cellules /ml soit environ 10 %
de la biomasse microbienne

Les virus : 125 types morphologiques de bactériophages
ont été observés dans le rumen.





Digestion des glucides

Glucides = 75% de la masse du tissu végétal

Glucides structuraux



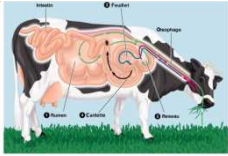
Glucides de réserve



Sucres simples



Glucides %	Luzerne	Herbe	Maïs
Cellulose	25	30	0
Hémicellulose	22	26	6
Pectine	6	4	0
Amidon	2	1	72
Glucides solubles	5	4	2



Bactéries - Digestion des glucides

1. Bactéries fibrolytiques

1.1 Bactéries cellulolytiques

Fibrobacter succinogenes
(*Bacteriodes succinogenes*)

Butyrivibrio fibrisolvens

Ruminococcus flavefaciens

Ruminococcus albus

Bacilles

Coques

1.2 Bactéries hémicellulolytiques

Butyrivibrio fibrisolvens

Prevotella ruminicola,

Ruminococci

1.3 Bactéries pectinolytiques

Butyrivibrio fibrisolvens,

Prevotella ruminicola,

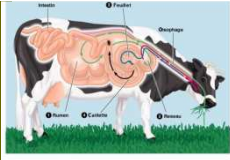
Lachnospira multiparus,

Glucides
structuraux

Glucides de
réserve

2. Bactéries amylolytiques

3. Bactéries utilisatrices de glucides simples



Bactéries - Digestion des glucides

2. Les bactéries amylolytiques

Les espèces cellulolytiques :

Fibrobacter succinogenes

Butyrivibrio fibrisolvens

Les espèces non cellulolytiques :

Streptococcus bovis,

Ruminobacter amylophilus,

Prevotella ruminicola,

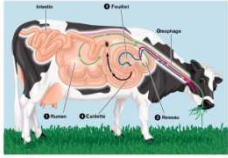
Succinimonas amylolytica

elenomonas ruminantium

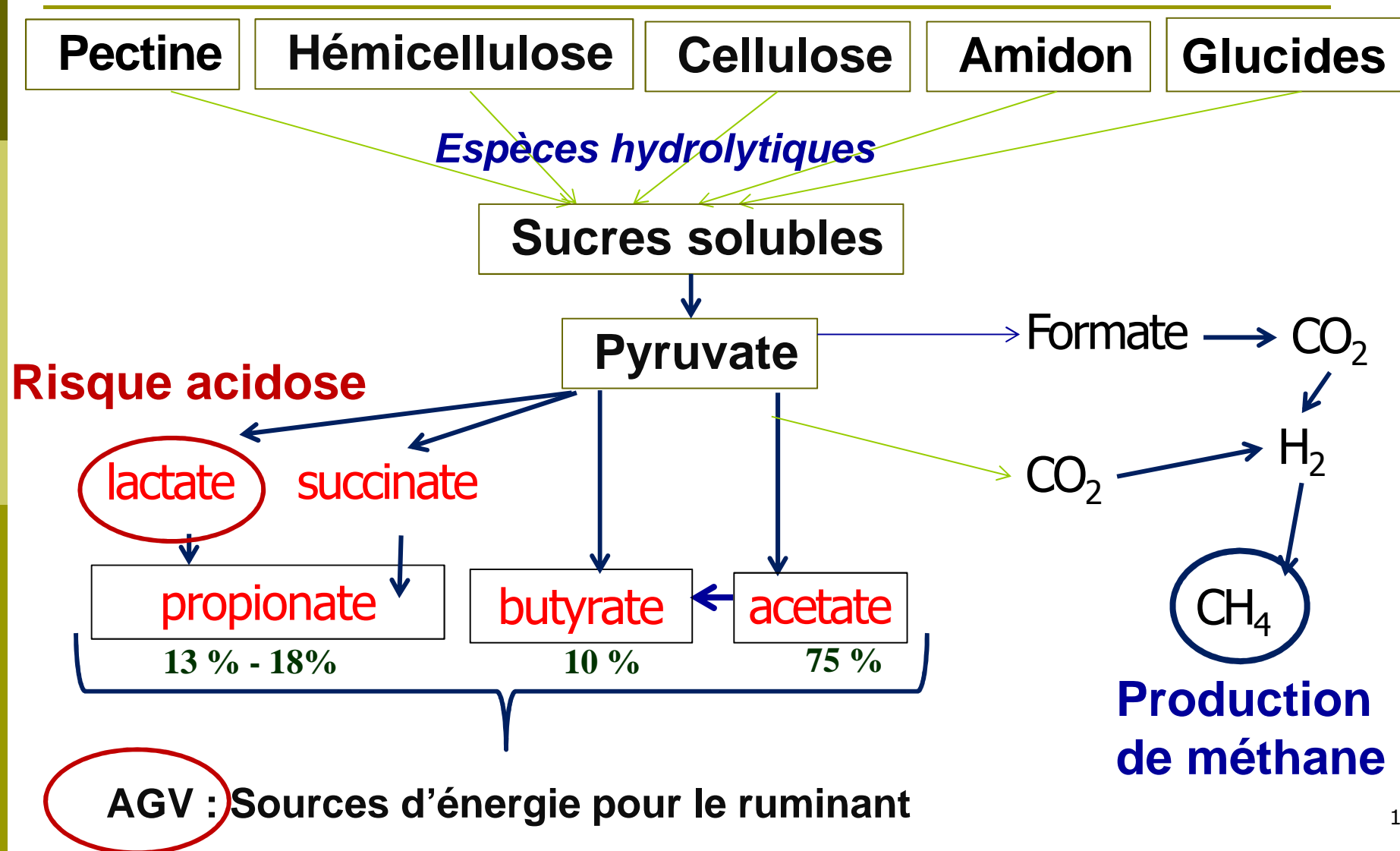
3. Bactéries utilisatrices de glucides simples

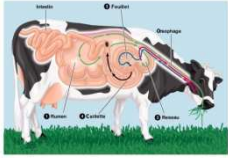
Lactobacillus ruminis

Lactobacillus vitulinus



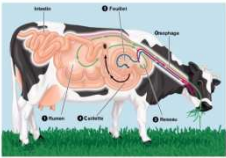
Digestion des glucides





Les Acides Gras Volatils : AGV

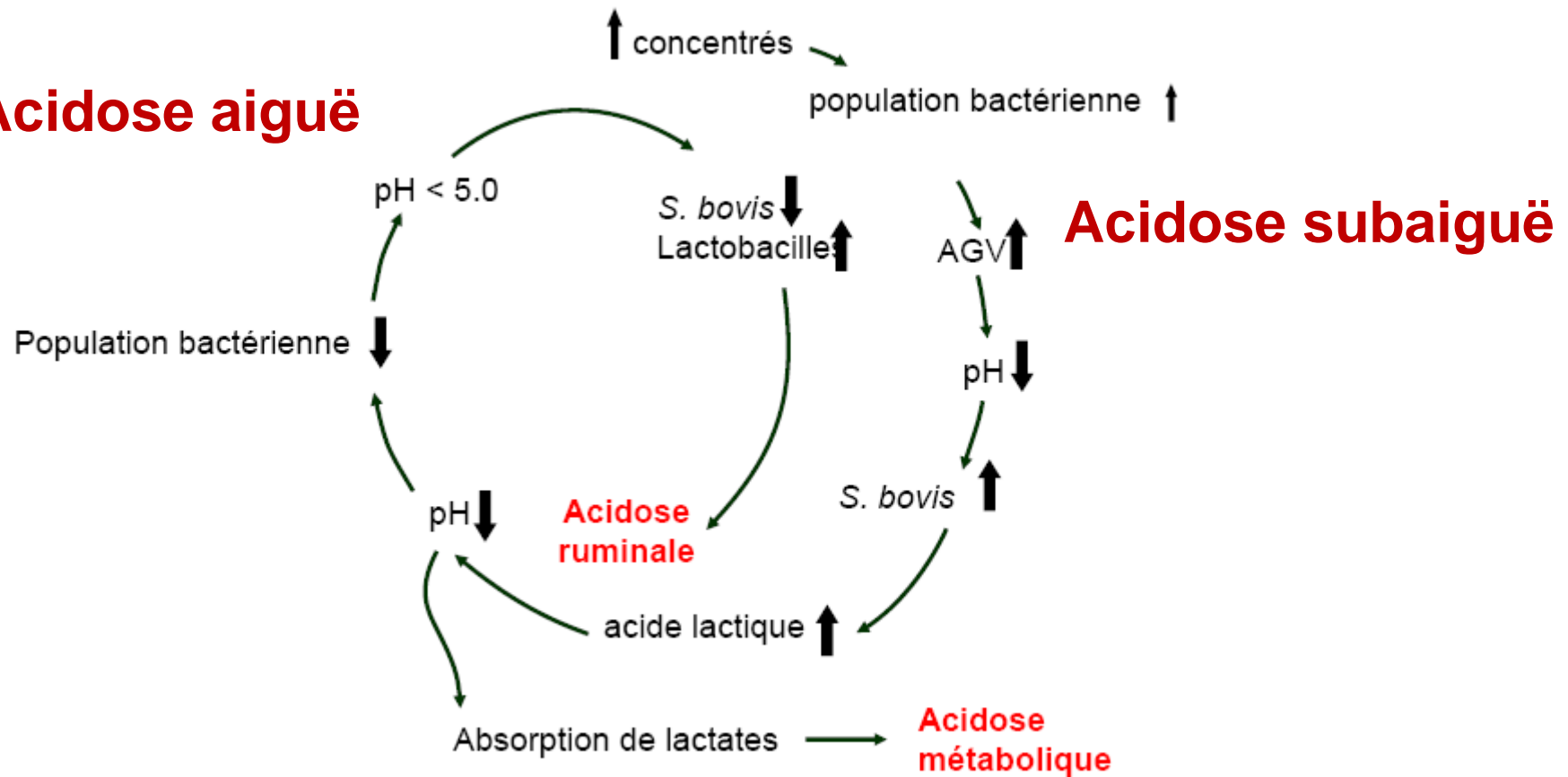
Fourrage : Grain	Acetate	Propionate	Butyrate
100:0	71	16	8
75:25	69	18	8
50:50	65	20	10
40:60	60	26	10
20:80	54	31	11



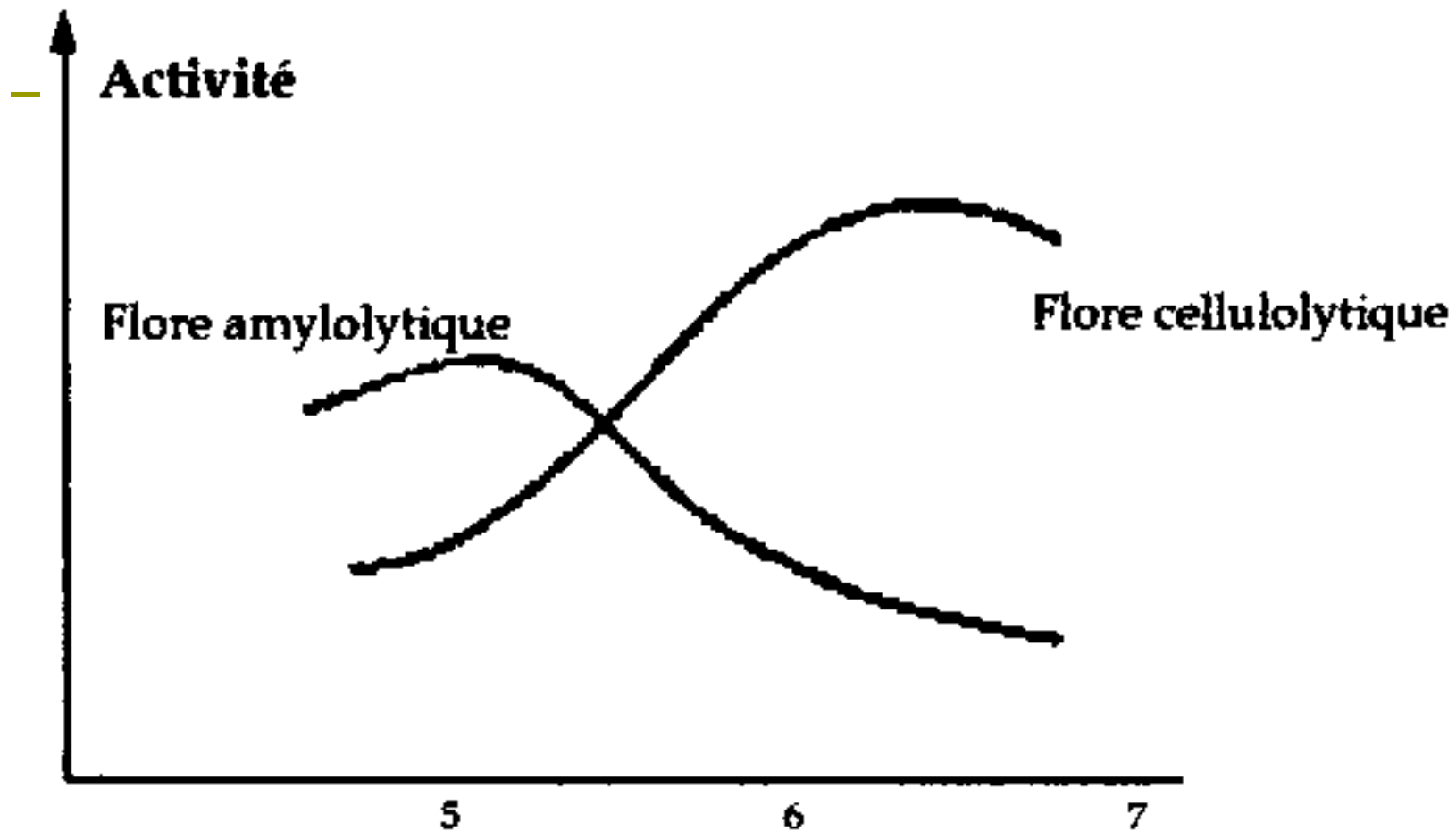
Digestion des glucides

Risque acidose

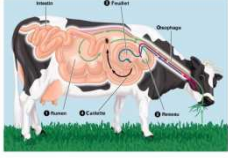
Acidose aiguë



Activité microbienne en fonction du pH



pH ruminal (variant en fonction de la nature des aliments, en particulier des glucides alimentaires).

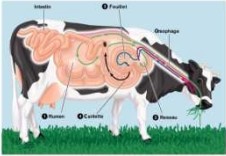


Digestion des glucides

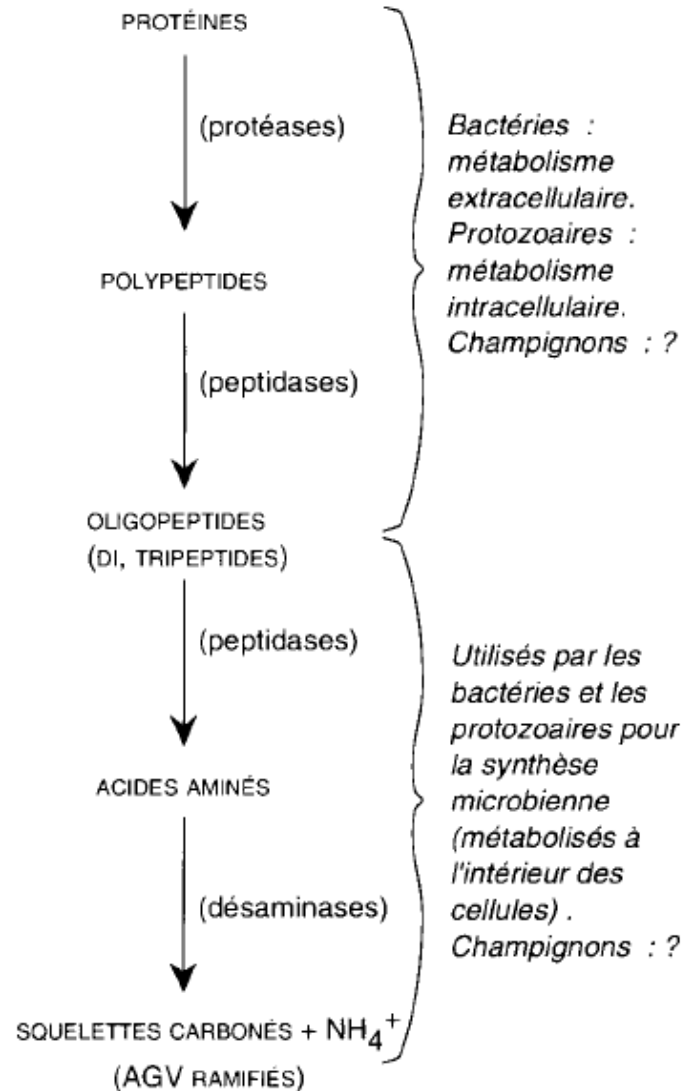
Formation de gaz : CO₂ et méthane (CH₄)

- Production totale pouvant atteindre 600 L/J
- CO₂ vient majoritairement de la **décarboxylation** de l'acide pyruvique en **acétate**
- CH₄ :
$$4H_2 + CO_2 = CH_4 + 2H_2O$$

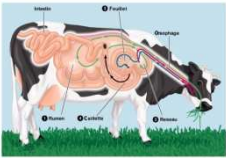
Methanobacterium formicum,
Methanobacter ruminantium



Digestion des protéines ou matières en azotes



Ruminobacter amylophilus
Prevotella ruminicola



Digestion des lipides

Anaerovibrio lipolytica
Butyrivibrio fibrisolvens,

Lipides estérifiés d'origine végétale

lipases
galactosidases
phospholipases

Acides gras insaturés
Exemple : cis-9, cis-12, C_{18:2}

isomérase

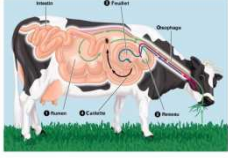
cis-9, trans-11 C_{18:2}

réductase

trans-11 C_{18:1}

réductase

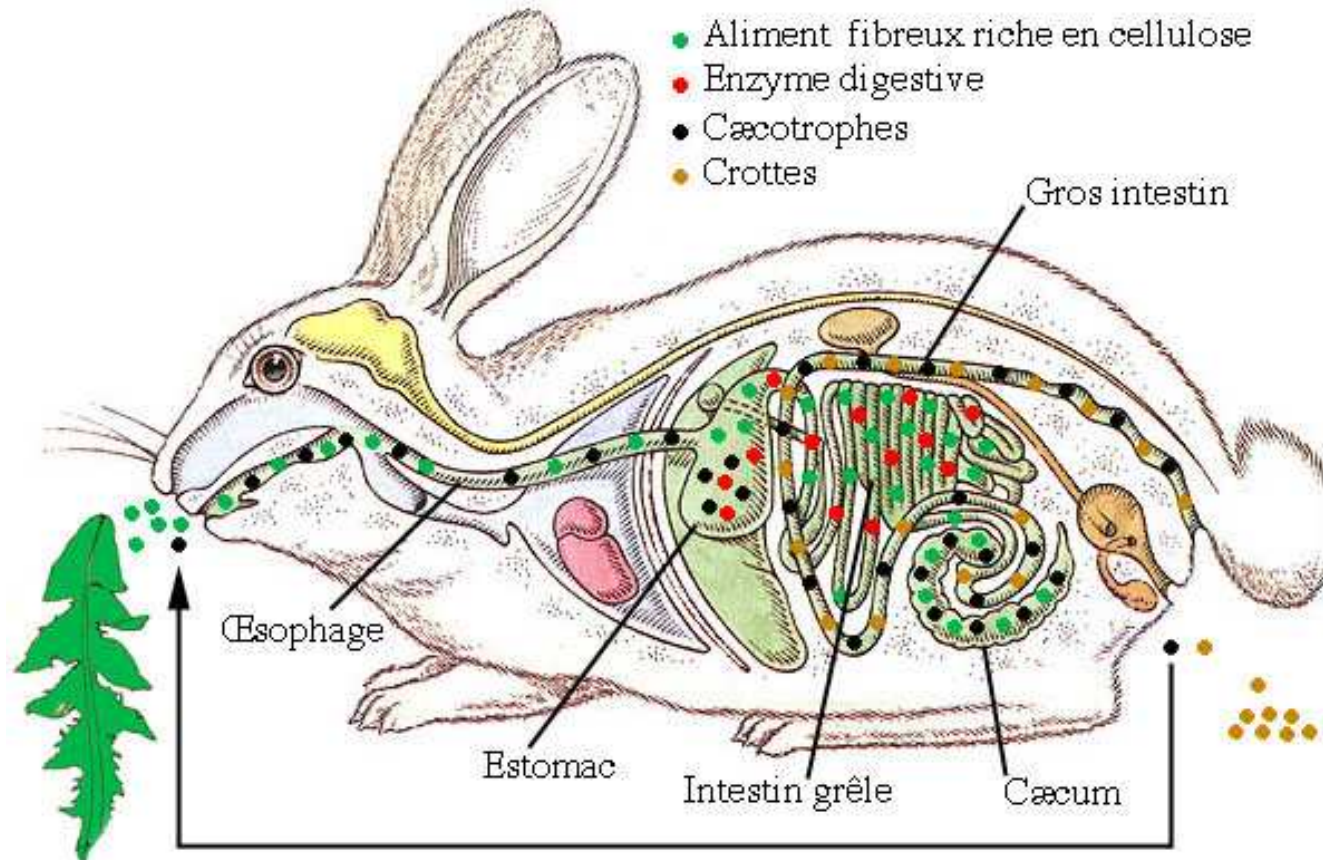
C_{18:0}



Diversité et variation de la flore du rumen

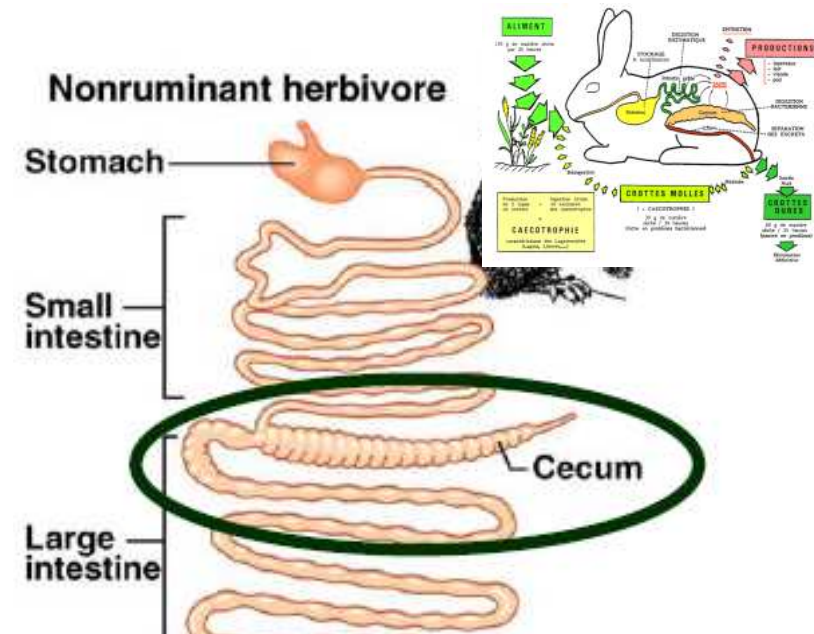
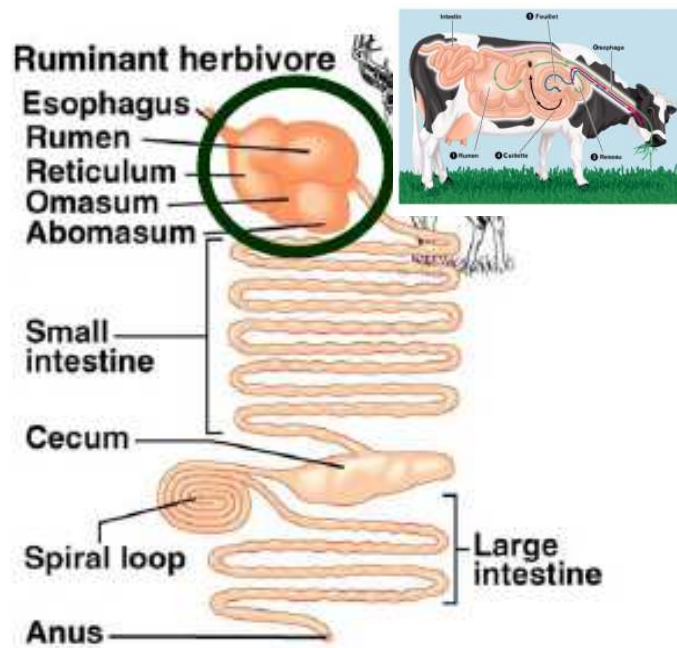
- **Diversité de la flore ruminale des ruminants domestiques et sauvages**
- **Age**
- **Régime alimentaire**
- **Relations entre les microorganismes**
- **Utilisation des antibiotiques et des additifs alimentaires**

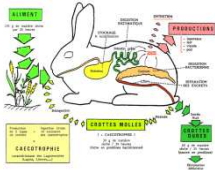
Appareil digestif du lapin



Digestion chez lapin

Fermenteurs pré-gastriques Fermenteurs post-gastriques





Appareil digestif du lapin : Conditions de milieu

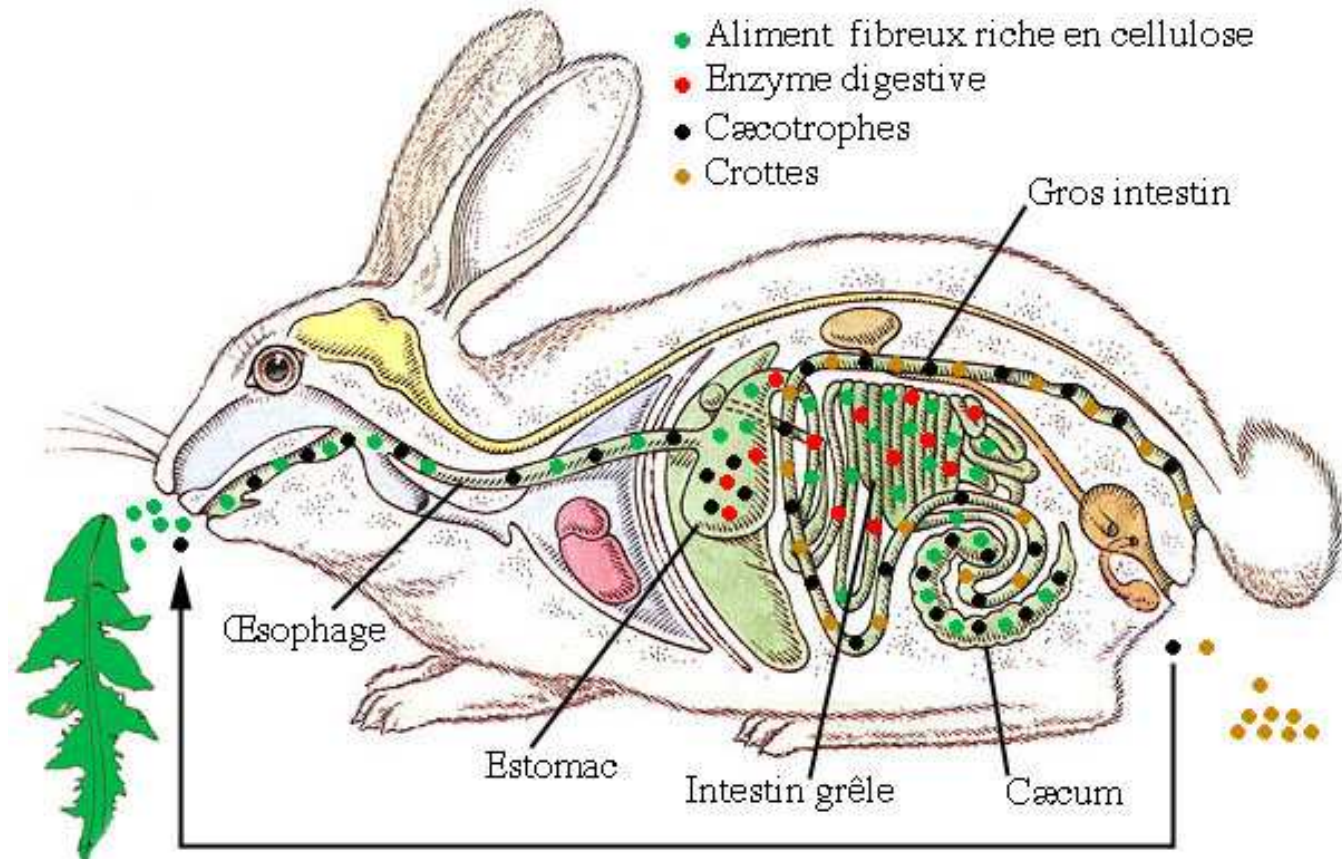
La bouche

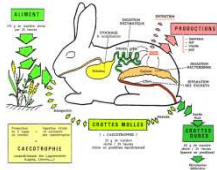
L'estomac

L'intestin grêle

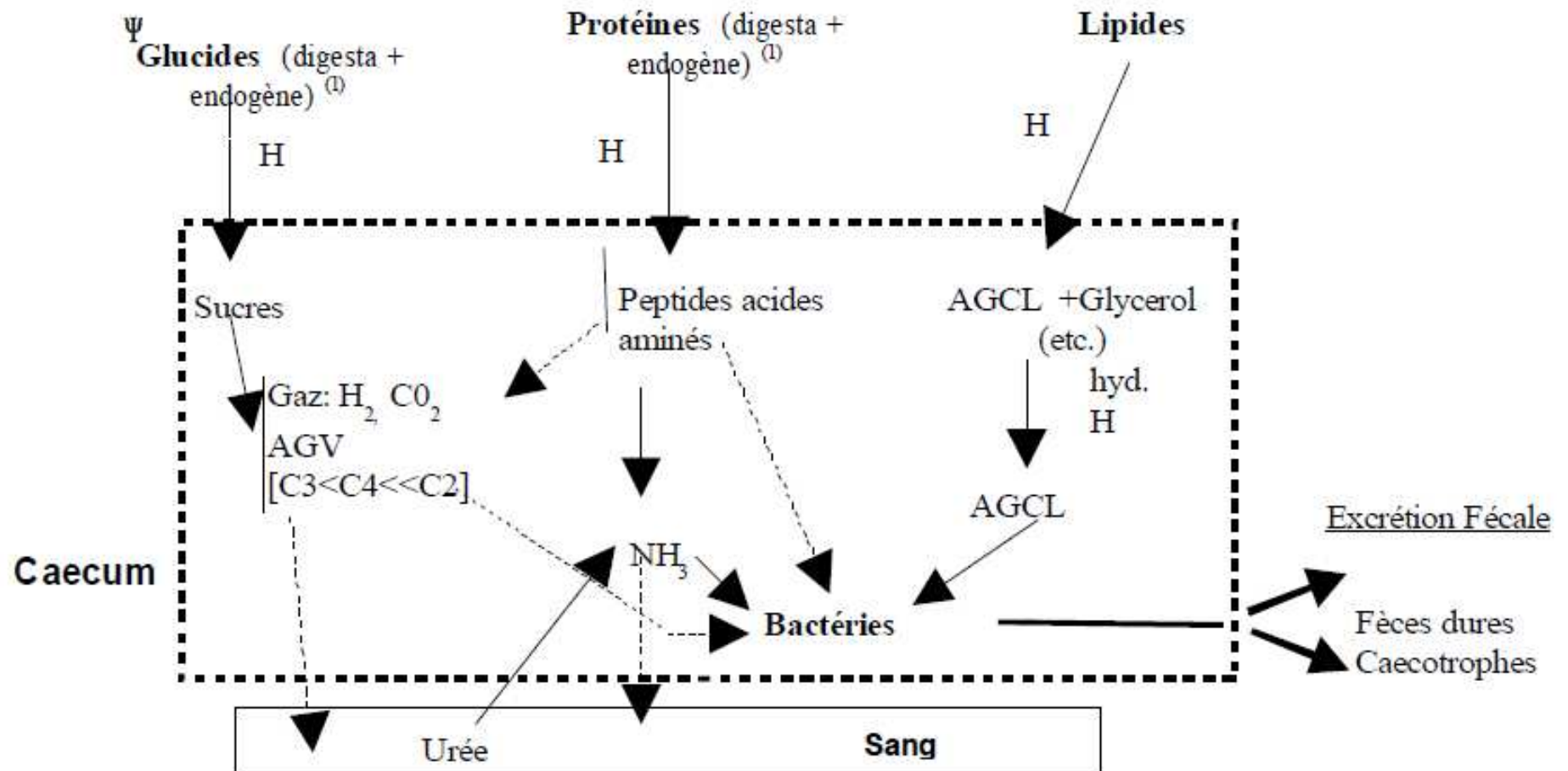
Le caecum

Le côlon

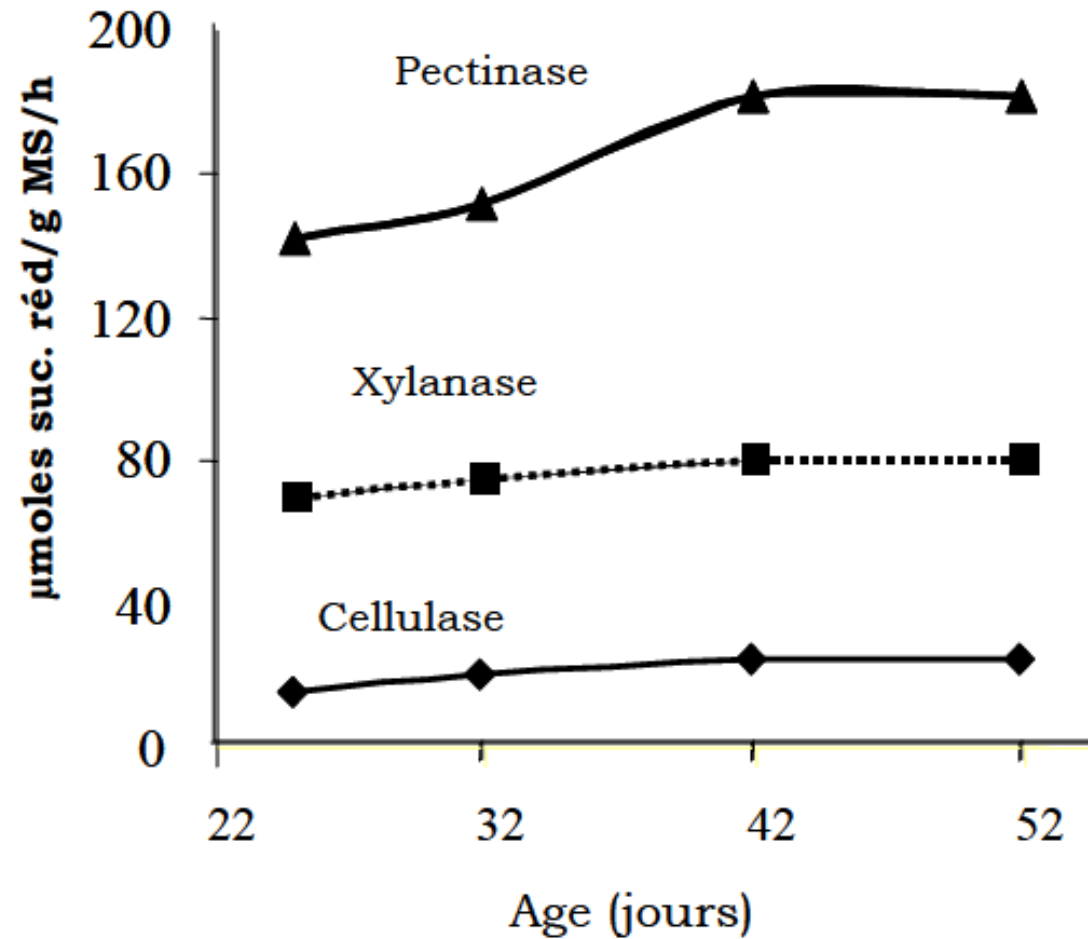




Rôle des micro-organismes dans la digestion



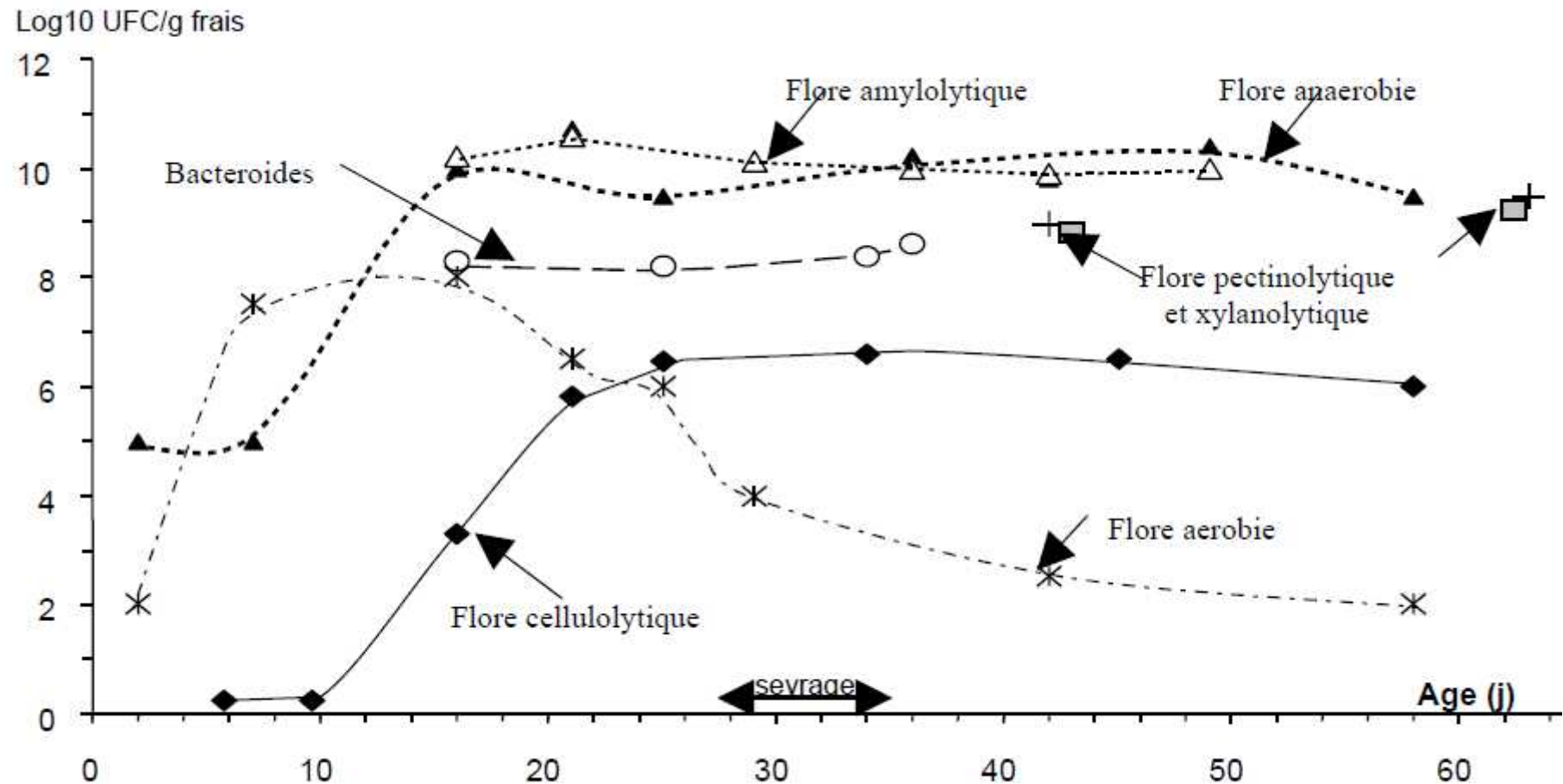
Activité enzymatique fibrolytique des bactéries du caecum



Les facteurs majeurs influençant la microflore gastro-intestinale

- **Age**
- **Régime alimentaire**
- **Relations écologiques entre les microorganismes**
- **Utilisation des antibiotiques et des additifs alimentaires**

Implantation des bactéries dans le caecum du lapin en fonction de l'âge



(Gouet et Fonty, 1979; Boulharouf et al., 1991; Zomborsky-Kovacs et al., 2000; Gidenne et Licois, 2005)

Conclusion

Très complexe, et seule la flore cultivable est partiellement connue. Les nouveaux outils moléculaires sont de plus en plus appliqués

La recherche sur la flore digestif permet de comprendre la maturation de la flore commensale, en relation avec la nutrition et les techniques d'élevage, pour améliorer la prévention des désordres digestifs, en particulier chez le jeune en croissance.