

# Bonnes pratiques en production primaire pour limiter les risques de contamination des produits laitiers fermiers au lait cru : conception et conservation des fourrages

**FOURRAGES - MIEUX**

Lina Delforge

14/03/2024

Formation à Gembloux



# FOURRAGES - MIEUX



# Qualité des fourrages

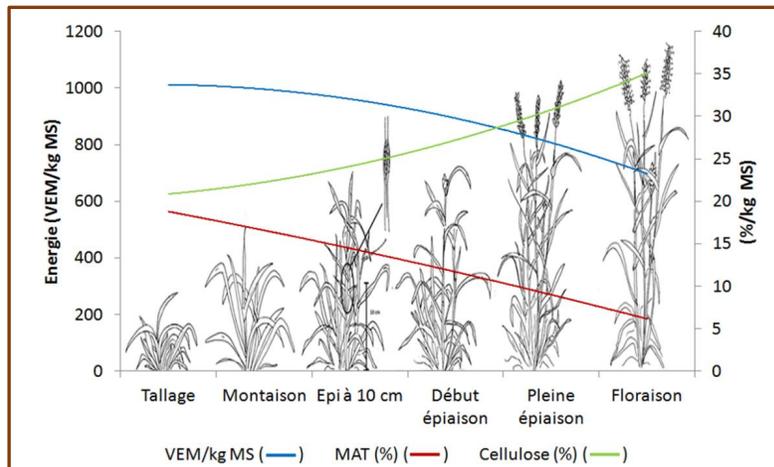
Elle influence la quantité ingérée, la production (quantité et qualité) et la santé animale

## Teneur en nutriments et en énergie

Type de fourrage

Stade de développement, maturité

Environnement (luminosité température)



## Qualité de conservation



Fourrage

- MS (%)
- Sucres
- Cendres
- MAT
- Cellulose
- Pouvoir tampon
- Flore épiphyte



Techniques d'ensilage

- Degré de préfanage
- Longueur des brins
- Présence de terre
- Tassement
- Étanchéité
- (Conservateurs)

# La conservation par voie sèche

**Foin séché au sol**



**Foin séché en grange**



Un foin suffisamment sec et stocké dans de bonnes conditions ne subit plus (très peu) de dégradations.  
Pas de développement de microorganismes (>< Foin qui s'échauffe)

# La conservation par voie humide

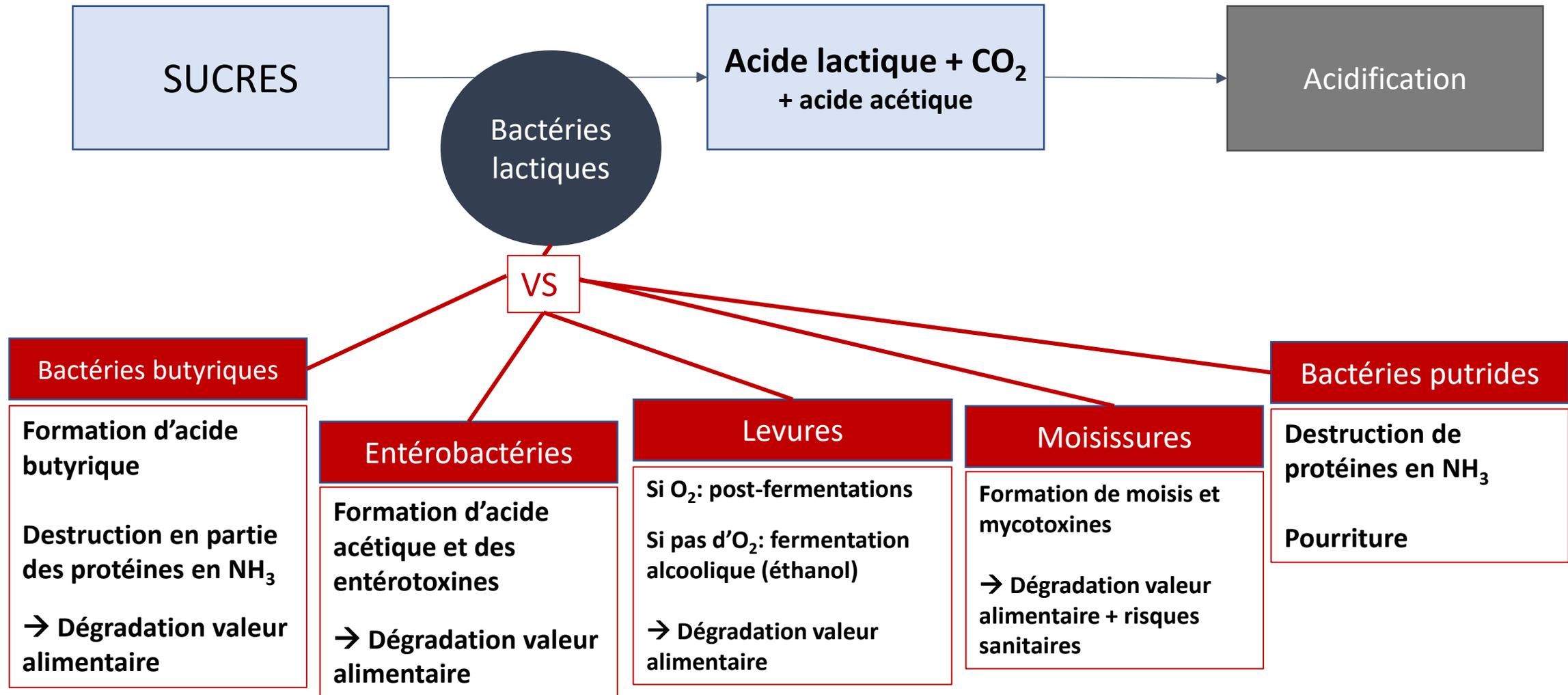
Les silos (couloir, taupinière)



L'enrubannage



# La conservation par voie humide: une lutte entre les bons et les mauvais microorganismes

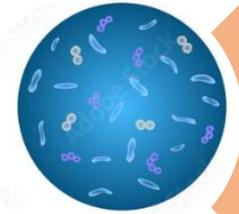


# Quelques types de microorganismes pathogènes



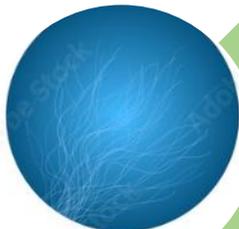
Yeast

Levures



Bacteria

Bactéries (clostridium,  
entérobactéries, listéria)



Fungi

Moisissures

# Bonnes pratiques pour diminuer les pathogènes dans les fourrages



Ébousage, étaupinage, roulage, sursemis



Fertilisation, chaulage



Fauche, fanage, andainage



Récolte



Tassage



Fermeture, stockage



Reprise

Un sol sain avec une fertilisation équilibrée → Environnement favorable au développement des plantes

Bonnes pratiques de récolte et d'ensilage



# Ébousage, étaupinage, roulage, sursemis

## Intérêts

- Répartition des fertilisants (resitués par les bouses au pâturage)
- ↓ refus et vides
- Éviter la terre dans les fourrages de 1<sup>ère</sup> coupe

## Quand?

- Avant le 1<sup>er</sup> pâturage
- Après le dernier pâturage
- En saison après un pâturage



## Intérêts

- Donner une structure optimale au sol
- Nivelier la prairie
- Rasseoir les terrains soulevés par le gel
- Favoriser le tallage des graminées
- Plaquer au sol les résidus de fumier
- Lutter contre certaines adventices
  - Berce, lamier blanc,...





# Ébousage, étaupinage, roulage, sursemis



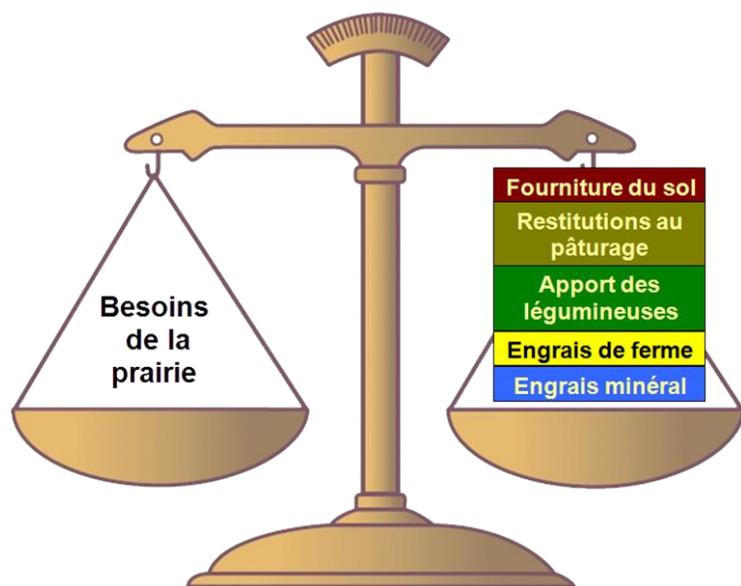
Dégâts de gibiers = Risque de ramener de la terre dans les fourrages

- Réparation manuelle
- Réparation mécanique
- Sursemis du couvert



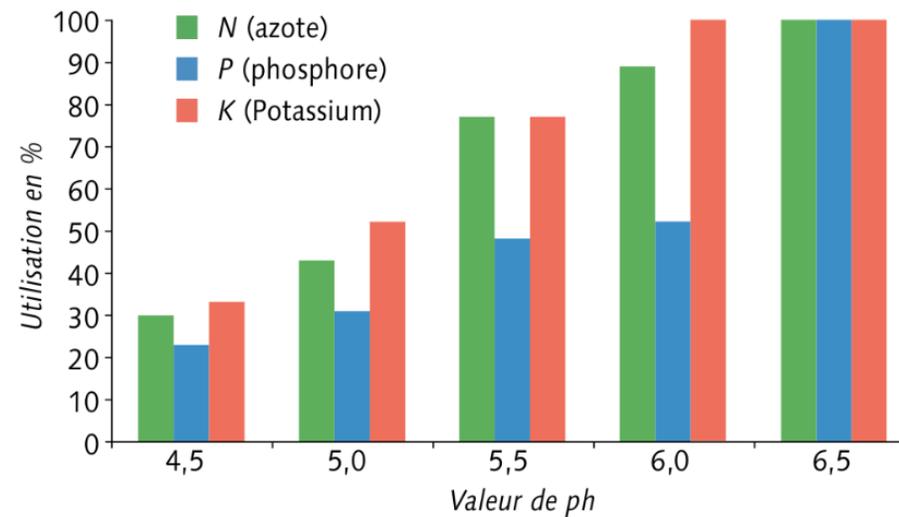


# Fertilisation, chaulage



Knoden

## Disponibilité des nutriments par rapport au pH



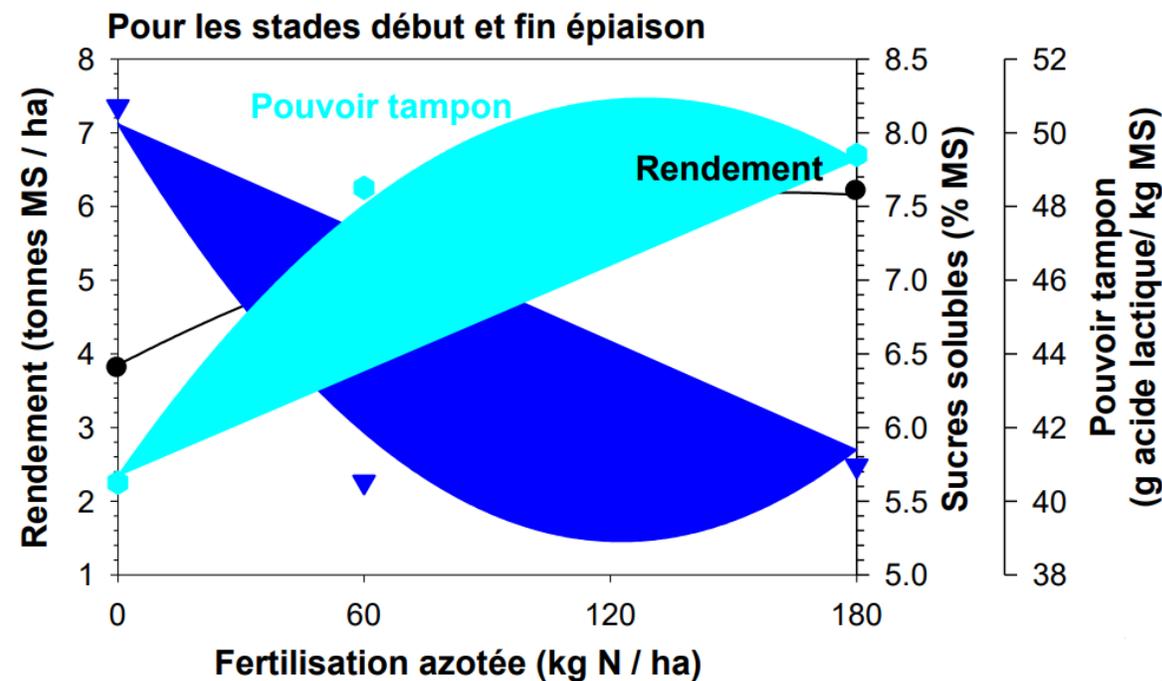
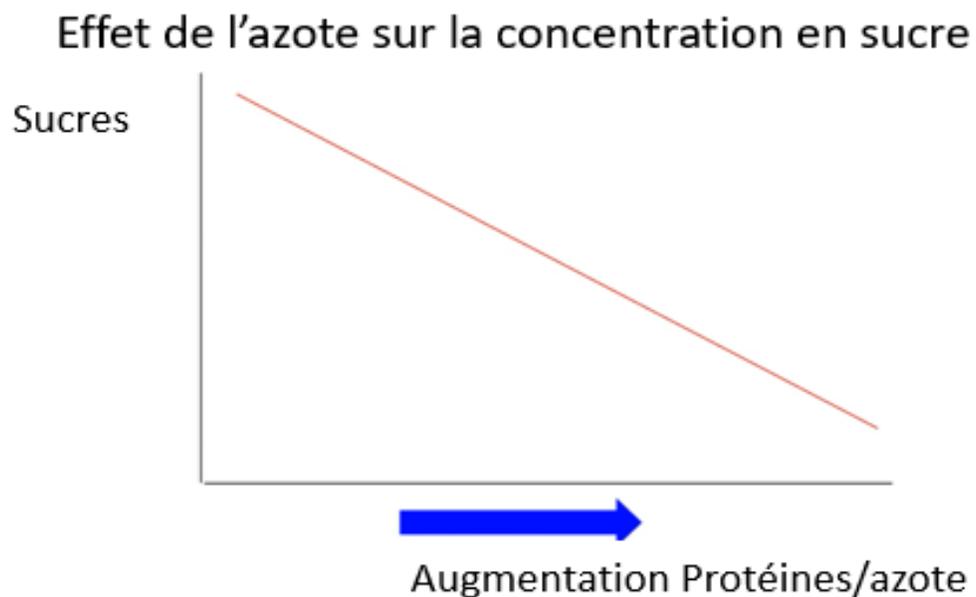
Source: CELAC, 2005

Un sol sain et équilibré pour un fourrage de qualité



# Fertilisation, chaulage

!! Pouvoir tampon du fourrage si fertilisation azotée ++ → acidification moins rapide  
Risques de Butyriques = ++





# Fertilisation, chaulage



## Accumulation de nitrates dans la plante

- Fertilisation azotée excessive et/ou fertilisation déséquilibrée (équilibre NPK)
- Délais de moins d'un mois entre la fertilisation azotée et la récolte
- Météo qui favorise le phénomène (sécheresse ou manque de luminosité)
- Une hauteur de coupe trop faible (< 5 cm)

## Conditions de récolte ou de conservation sont mauvaises

- Ensilage récolté trop rapidement, humide et ayant chauffé ;
- Baisse du pH dans l'ensilage insuffisante entraînant une forte réduction des nitrates en nitrites et ensuite la réduction de ceux-ci en ammonium ;
- Récolte de terre et de bactéries dans l'ensilage.



# Fertilisation, chaulage

## Fertilisation organique: les risques

Le nombre de spores de *Clostridium* dans l'ensilage est plus élevé et la teneur en azote ammoniacal est plus élevée quand il y a eu épandage de lisier mais surtout, de fumier (>< NPK minéral)

→ Favoriser le lisier sur les prairies fauchées tôt

→ Limiter l'épandage de grosses « mottes » de fumier qui prendront plus de temps à se décomposer et qui risquent ainsi d'être ramassées lors d'une prochaine récolte de fourrages.



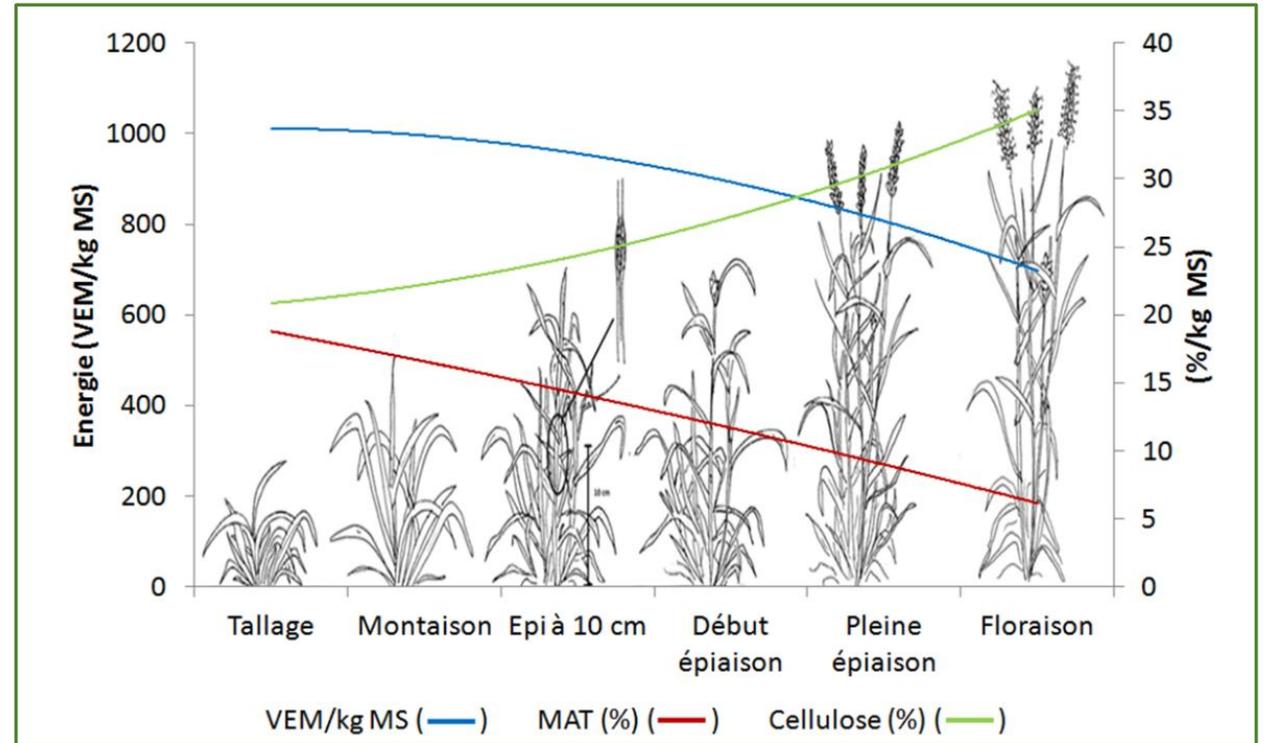
# Fauche, fanage, andainage

## Le stade de fauche

- Qualité (digestibilité, énergie, protéines, ...)
- Conservation (cellulose ++ = tassage + difficile)

## La hauteur de fauche

- Qualité
- Rendement
- Repousse, pérennité de la prairie
- Terre dans le fourrage



# Fauche, fanage, andainage

## La météo

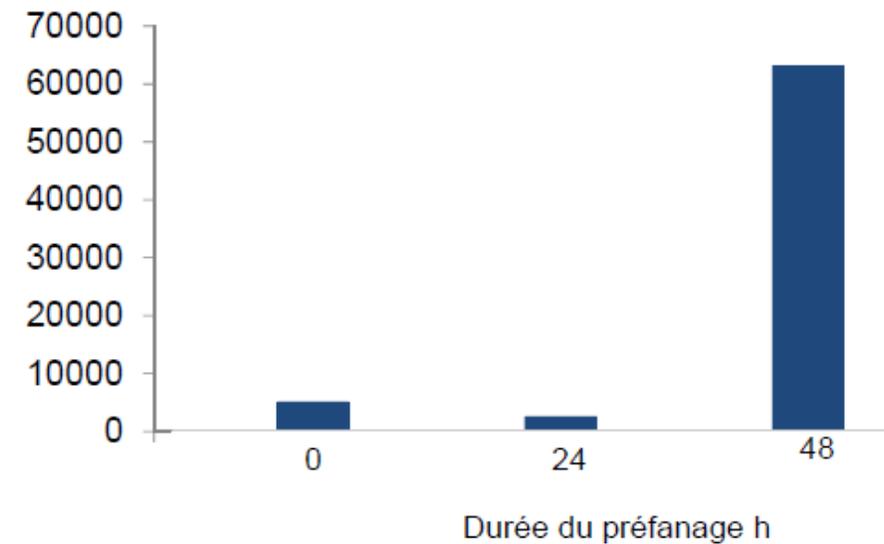
- Pluie sur le fourrage
- Canicule (vent séchant, t° élevées,...) → %MS ++

## Délai entre la fauche et le ramassage

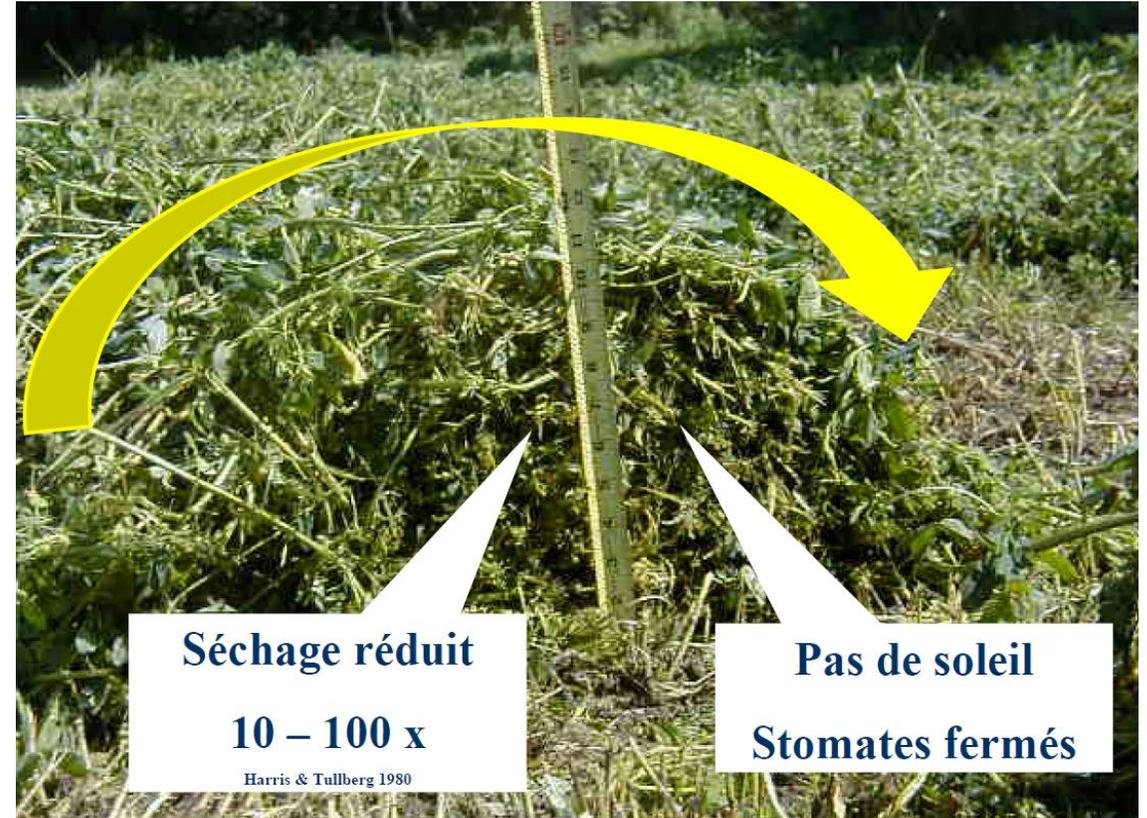
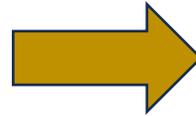


Dénombrement de levures  
ufc/g MF

O'Kiely and al. 2008



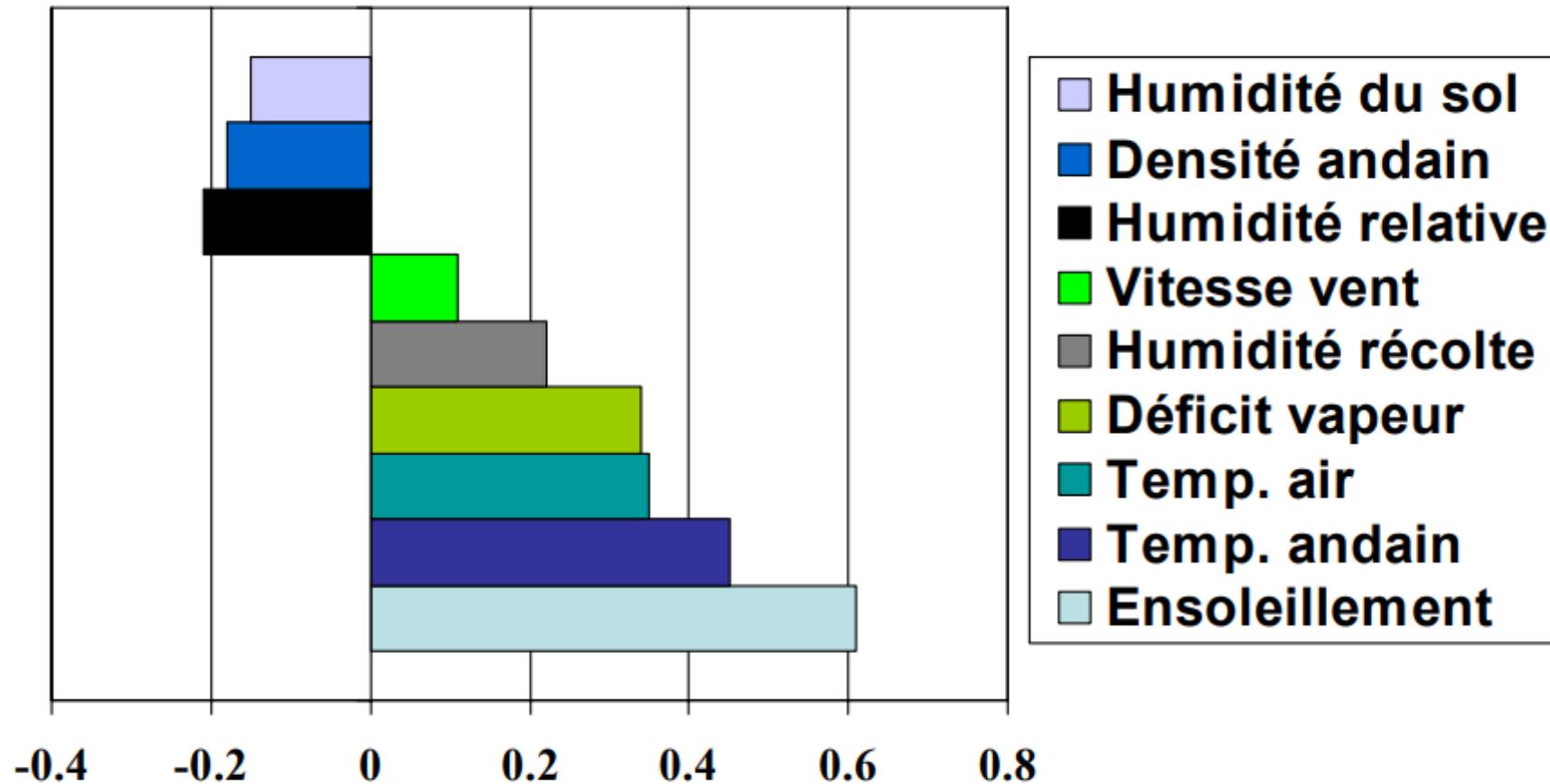
# Fauche, fanage, andainage



Source: Blais (2010)



# Fauche, fanage, andainage



Rotz et.al 1987



# Récolte



!!!Bâche est sale (terre) et trouée (contamination champignons, bactéries)





# Récolte

- **Attention à la teneur en MS !!**
- Attention réglage matériel (couteaux, ...)
- Attention à ne pas ramener trop de terre avec les tracteurs
- Éviter au maximum de rouler sur les andains

Si les conditions de récolte ne sont pas optimales → Conservateurs/ additifs peuvent être utiles

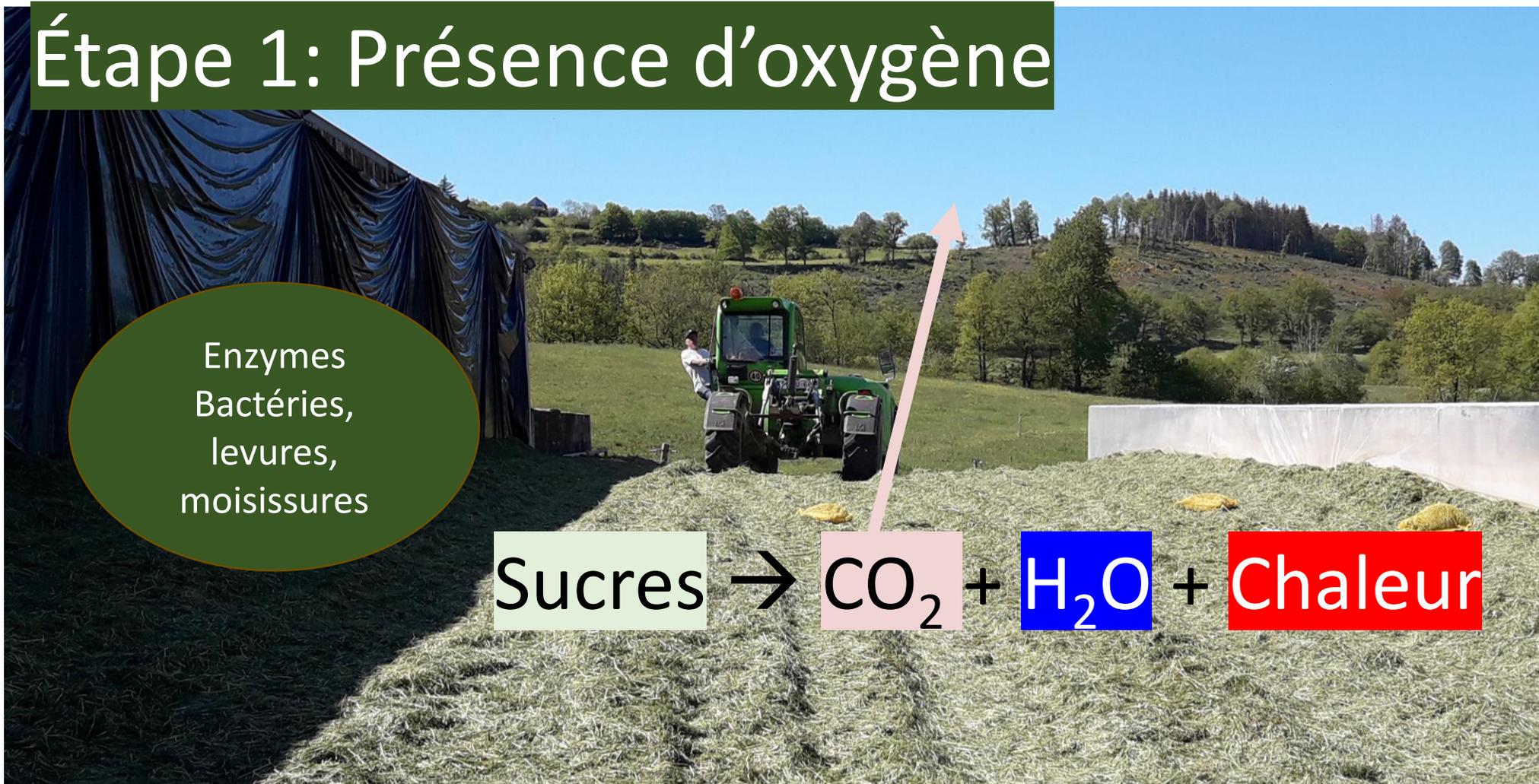
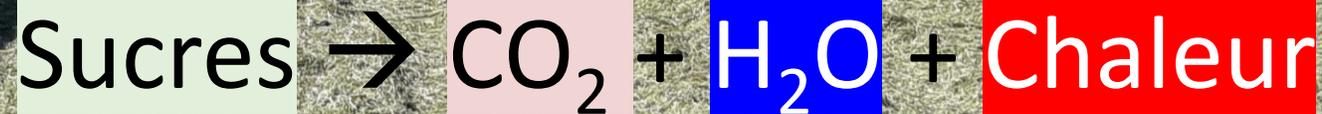




# Récolte

## Étape 1: Présence d'oxygène

Enzymes  
Bactéries,  
levures,  
moisissures





# Tassage

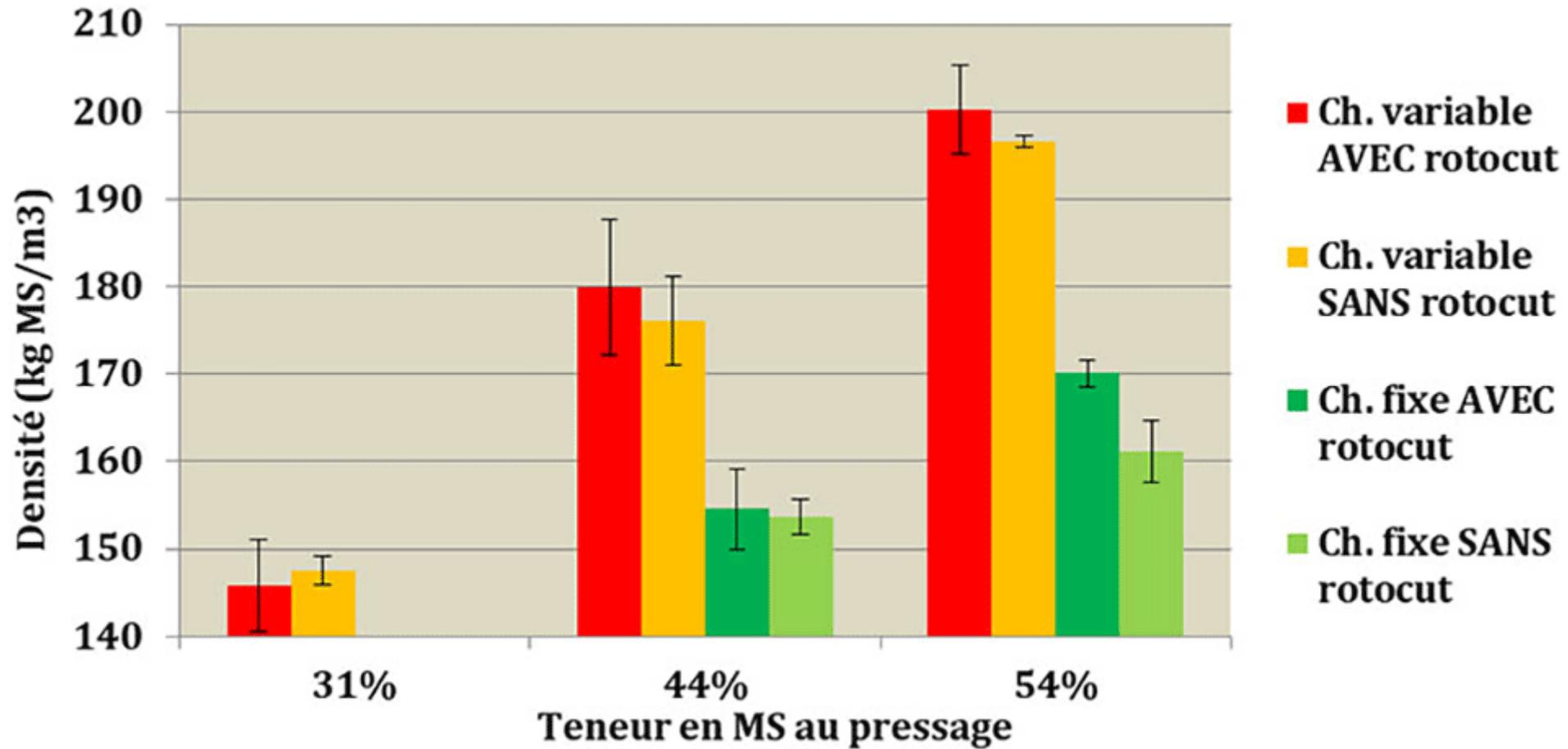
- Propreté du tracteur, du bull
- Poids du tracteur/bull (**surtout si %MS élevé**)
- Répartition du fourrage
- Densité élevée des boules

Point clé pour la bonne conservation du silo → Oxygène ↓ rapide





# Pressage



Point clé pour la bonne conservation des enrubannées → Oxygène ↓ rapide



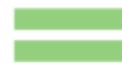
## Bactéries lactiques hétérofermentaires

Lactobacillus buchneri  
Lactobacillus brevis  
Propionibacterium acidipropionici

Sucres



Acide lactique +  
acide acétique +  
1,2-propanediol +  
CO<sub>2</sub>

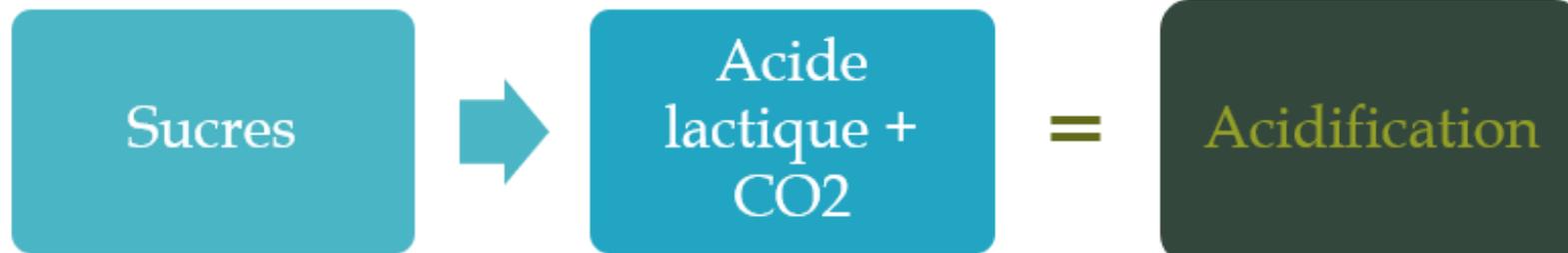


Acidification (+  
faible) et protection  
antifongique



## Bactéries lactiques homofermentaires

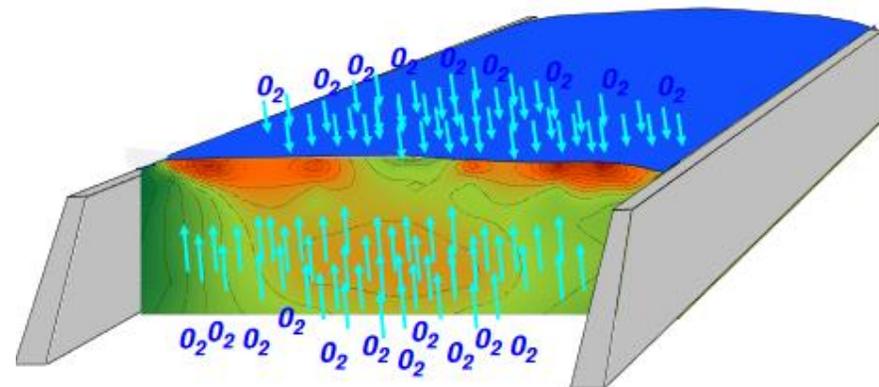
Lactobacillus plantarum  
Lactobacillus lactis  
Pediococcus acidilactici  
Pediococcus pentosaceus



# Fermeture, stockage

- Propreté des bâches
- Fermeture du silo ou enrubannage le plus rapidement possible
- Protection contre les oiseaux rongeurs, ...

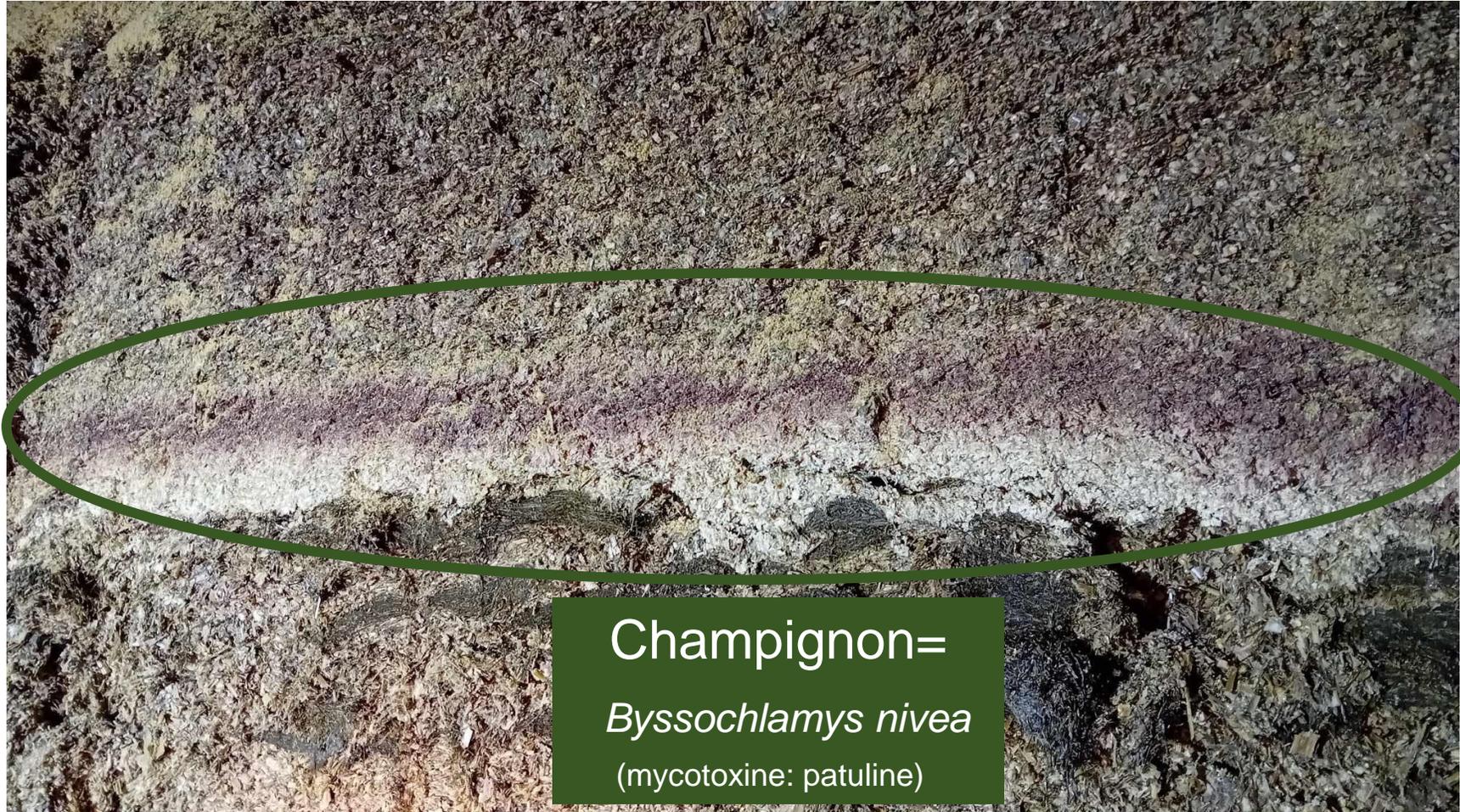
Point clé pour la bonne conservation → ~~Oxygène~~ rapidement et durablement





# Fermeture, stockage

Délai avant fermeture/exposition prolongée à l'air



# Fermeture, stockage

Délai enrubannage >24h → **développement de microorganismes**



Sucres + Oxygène → CO<sub>2</sub> + eau + chaleur

Dès 40°C: réaction de Maillard → Diminution digestibilité des protéines

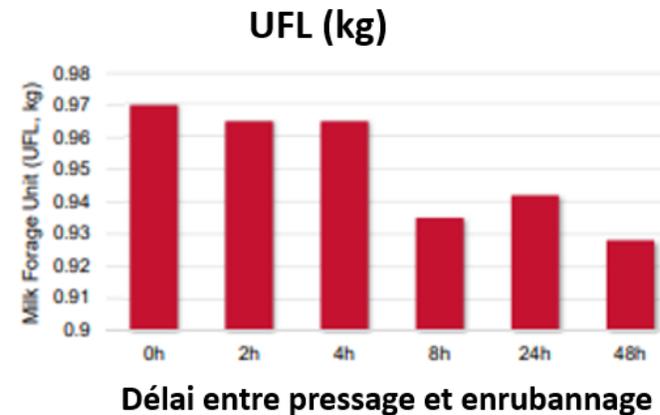
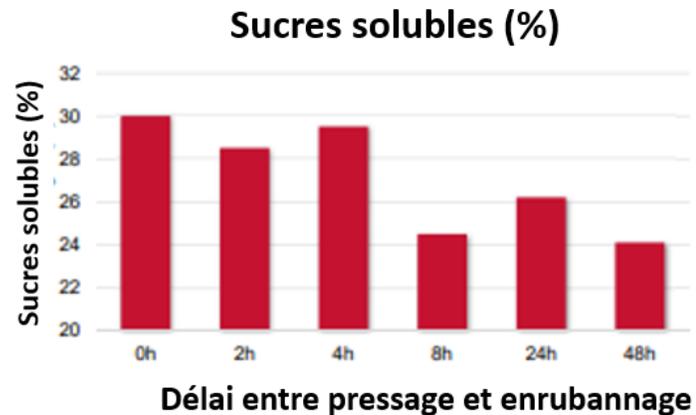
Point clé pour la bonne conservation → ~~Oxygène~~ rapidement



# Fermeture, stockage

## Résultats: délai entre pressage et enrubannage

	MS moyenne (%)	Pertes moyennes en kg de MS	Pertes moyennes en sucres	Pertes moyennes en VEM
- de 2h	71%	2%	8%	3%
+ de 8h	69%	6%	29%	8%



Source: (AGCO, 2021)

# Fermeture, stockage

## Étape 2: Diminution de l'oxygène

Enzymes  
Bactéries,  
levures,  
moisissures



Bactéries  
acétiques





# Entérobactéries

Entérobactéries englobent un grand nombre d'espèces, hôtes du tube digestif des animaux.

La plupart sont non pathogènes

Aérobies (ou aérobies facultatives)

## **En Compétition avec les bactéries lactiques**

- Elles retardent l'acidification
- Elles dégradent la valeur nutritive des ensilages

**E. coli** est une des bactéries les + connues de ce groupe (contamination du lait cru, essentiellement via les fèces)

**Ne résistent pas à des pH < 4,5 à 5**

Introduction dans le silo **à la récolte ou à la reprise** (instabilité aérobie, pH plus élevé)

# Fermeture, stockage

## Étape 3: ~~oxygène~~ → acidification (rapide)

Bactéries lactiques  
Homofermentaires  
et  
Hétérofermentaires

Sucres → acide lactique

Sucres → acide lactique + acide acétique + éthanol + CO<sub>2</sub>

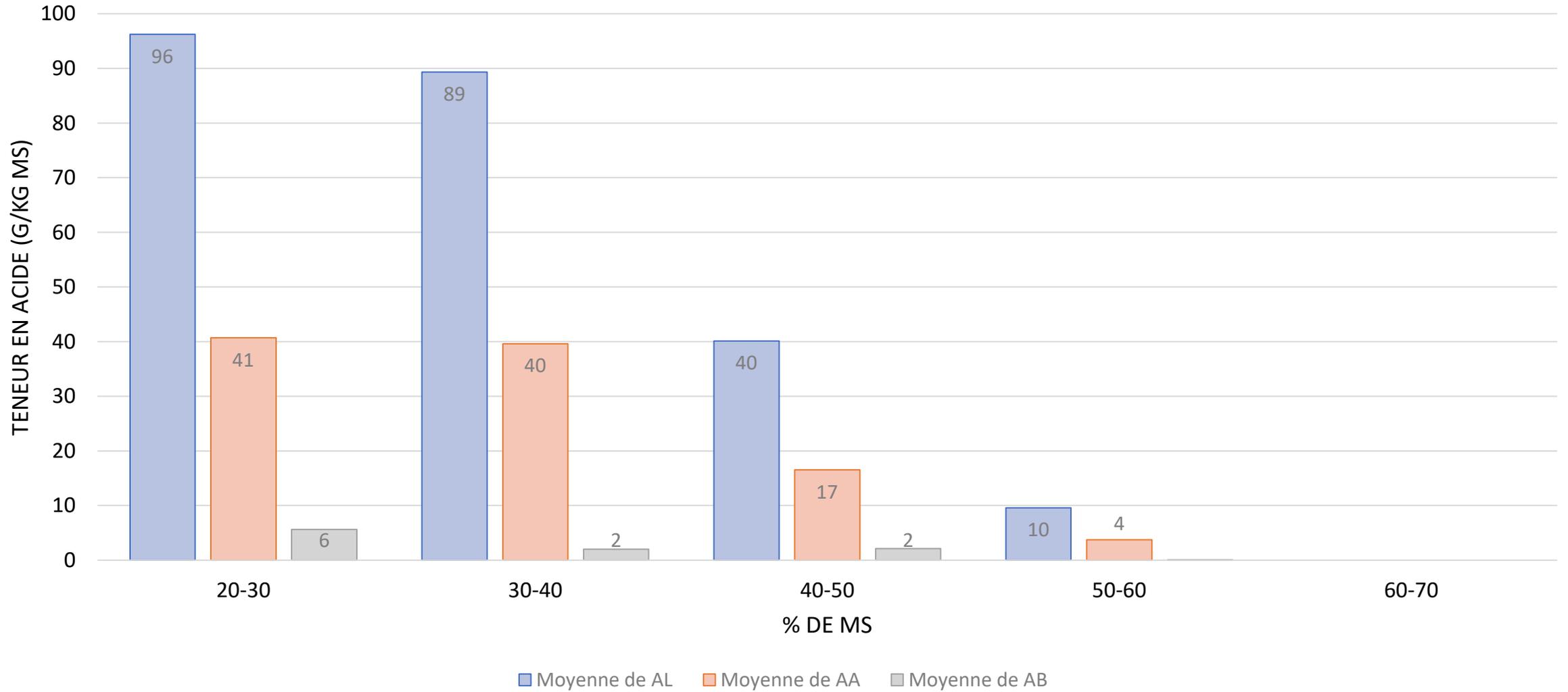
Bactéries  
butyriques  
!!pH!!

Lactates → acide butyrique + H<sub>2</sub>O

Protéines → acide acétique + NH<sub>3</sub> + CO<sub>2</sub>



# Fermeture, stockage



AL= Acide Lactique AA= acide acétique et AB= acide butyrique



# Fermeture, stockage

## Risque de fermentation butyrique

---

MS	33%
Pertes en kg de MS	<b>29%</b>
NNH <sub>3</sub> /N tot	<b>12</b>
Acide butyrique (g/kg MS)	<b>34</b> <b>(18% des Acides Totaux)</b>

---



## Les clostridies (= bactéries butyriques)

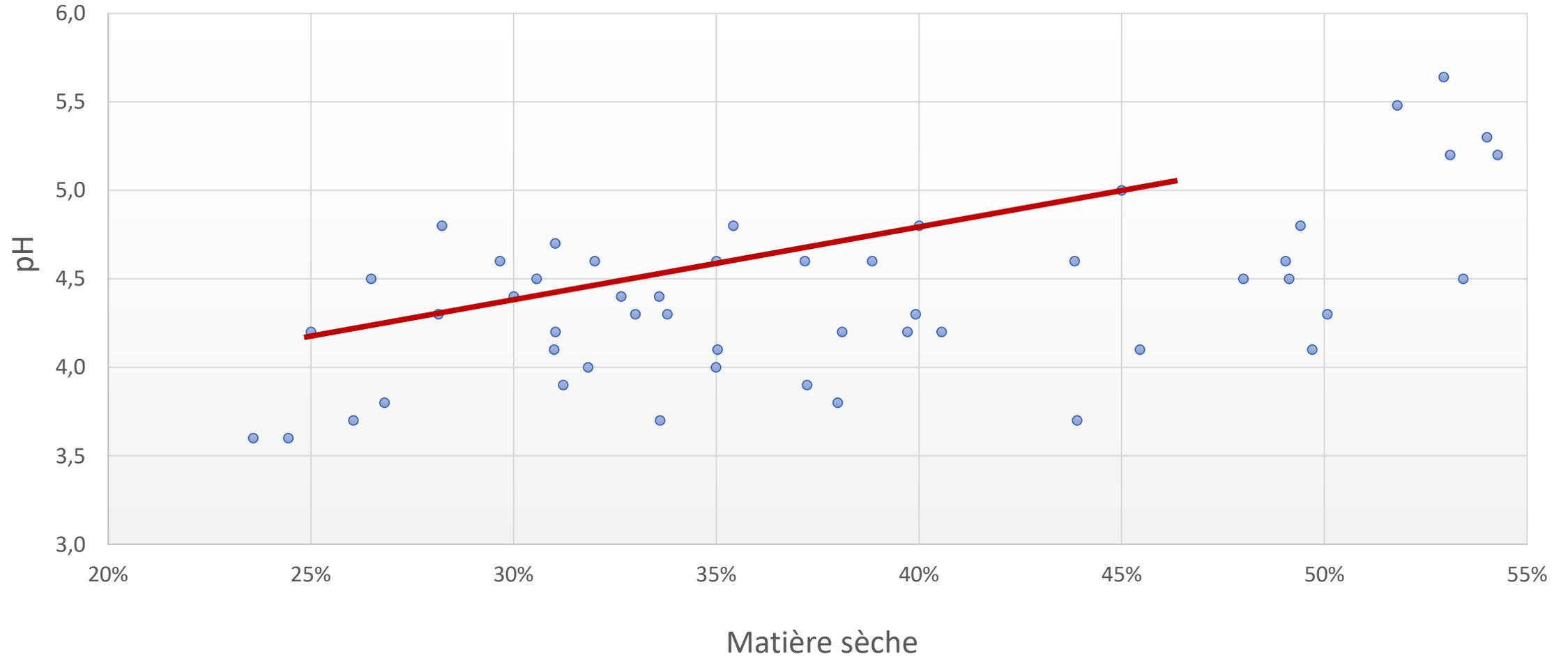
**Pour que la fermentation démarre:**

- Les spores doivent germer ( $H_r > 70\%$ ,  $a_w + \Theta_z$ )
- Le milieu ne doit pas être trop acide ( $> 4,2$ ) (! %MS)
- **Ensilage en instabilité anaérobie**  
acidification trop faible ou retardée
- **Ensilage en instabilité aérobie**  
zone anaérobie derrière zone aérobie  
levures augmente le pH



# Fermeture, stockage

Le milieu doit être suffisamment acide (>4,2) (! %MS)



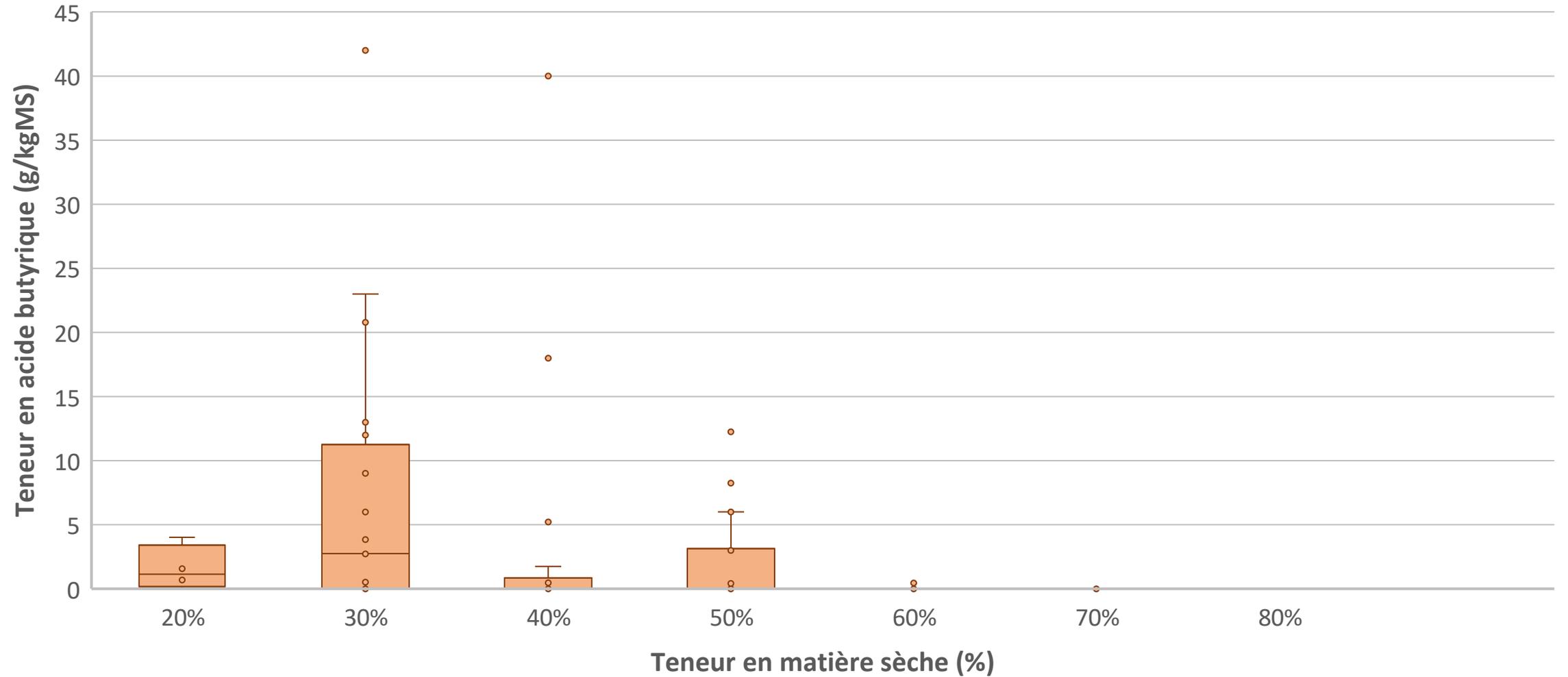


# Fermeture, stockage

Actions	Effets	Impact sur les spores de clostridies
Fauche	Contaminations par de la terre	+(+)
Fanage	Augmentation de la teneur en MS- Diminution de l' $a_w$	- - -
Hachage	Augmente le taux d'acidification et homogénéisation	- -
Additifs	Améliore l'acidification lactique	- -
Délai avant fermeture	Acidification plus lente	+++
Mauvaise étanchéité	Entrée d'oxygène	++
Reprise lente	Dégradations aérobiques	+



# Fermeture, stockage



# Fermeture, stockage

Point clé pour la bonne conservation → ~~Oxygène~~ (rapidement et durablement)



UN TROU DE 3 MM = 8 À 20% DE PERTE EN MS + RISQUES SANITAIRES



# Fermeture, stockage

Pour un fourrage jeune et riche en graminées dont la durée de conservation sera inférieure à 6 mois :

= 4 COUCHES

Fourrage riche en graminées, conservation >6 mois

Luzernes conservation <6 mois

= 6 COUCHES

Luzernes à longue durée de conservation

= 8 COUCHES

Si les boules doivent être transportées après enrubannage, 6 couches sont recommandées.

Nombre de couches de plastiques	Nombre de trous moyen/boule	Surface de la boule recouverte de moisissures	Détection de listeria
Moins de 5	4,1	11,2%	40% des boules
Entre 5 et 7	1,8	3,5%	26% des boules
Plus de 7	0,3	1%	20% des boules

Nucera et al. 2016

# Fermeture, stockage

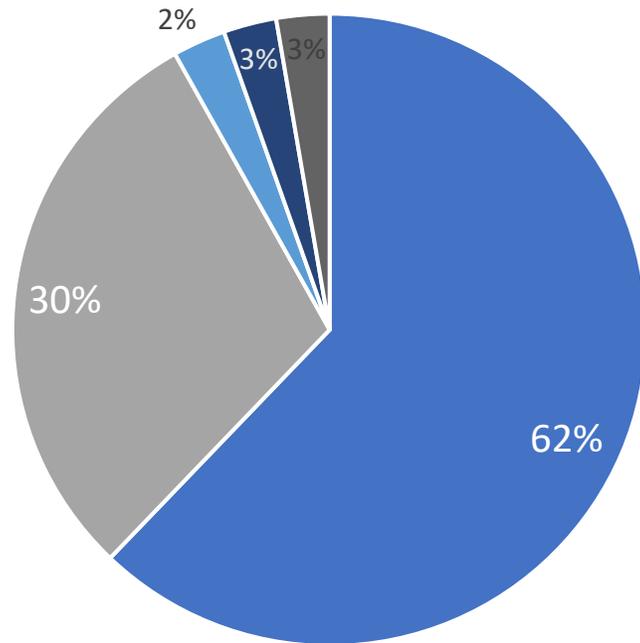


Source : rataequipment

Orientation de la boule	Nombre de trous moyen	Détection de listeria
Posée sur le côté plat	2,2	21% des balles
Posée sur le côté courbé	1,7	34% des balles

Nucera et al. 2016

# Fermeture, stockage



■ Aucune ■ Poison ■ Poison + filet ■ Chaux vive + tas étroit ■ Pièges + poison

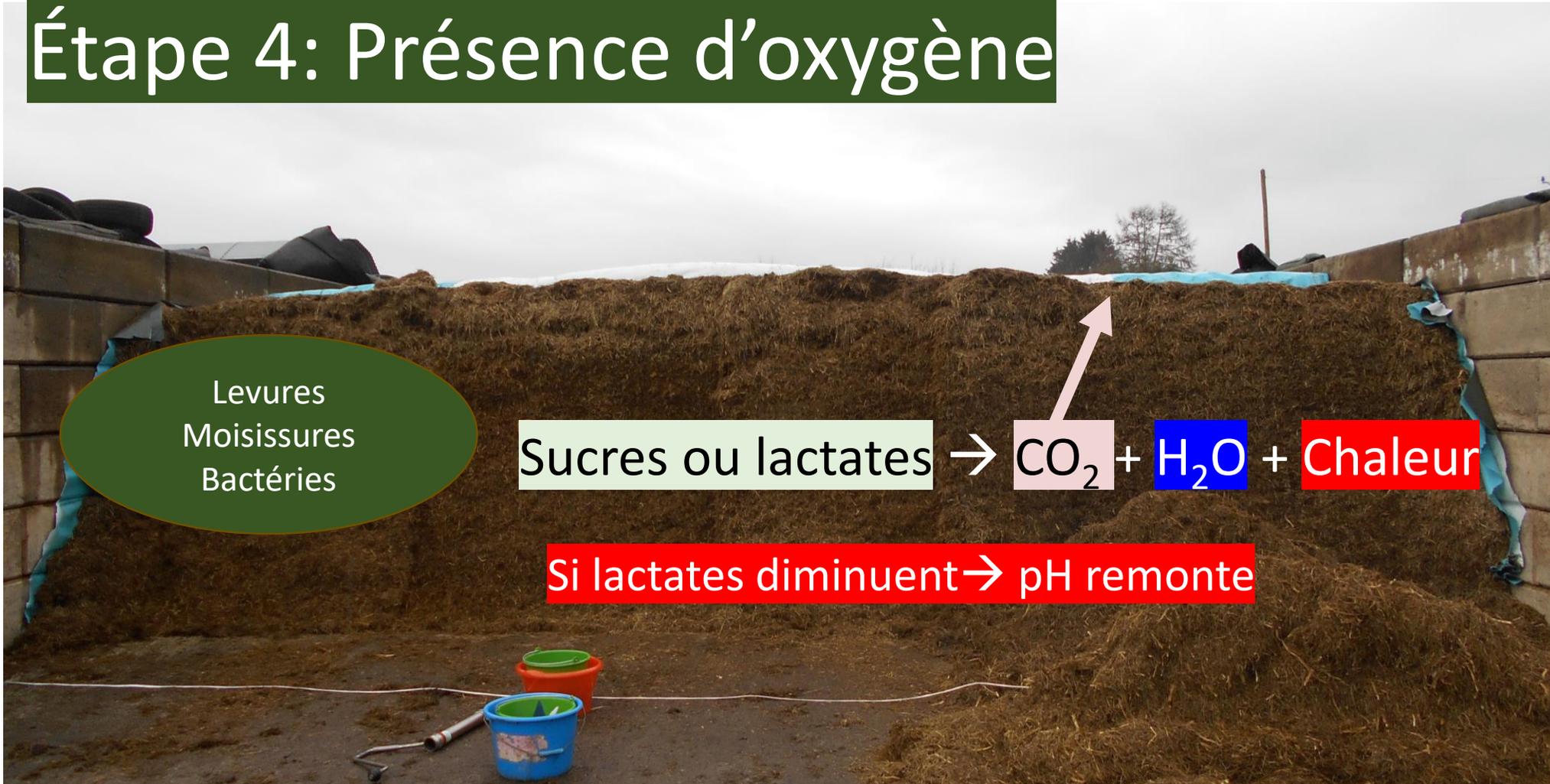
**!! Les rongeurs sont porteurs de listeria !!**





# Reprise

## Étape 4: Présence d'oxygène



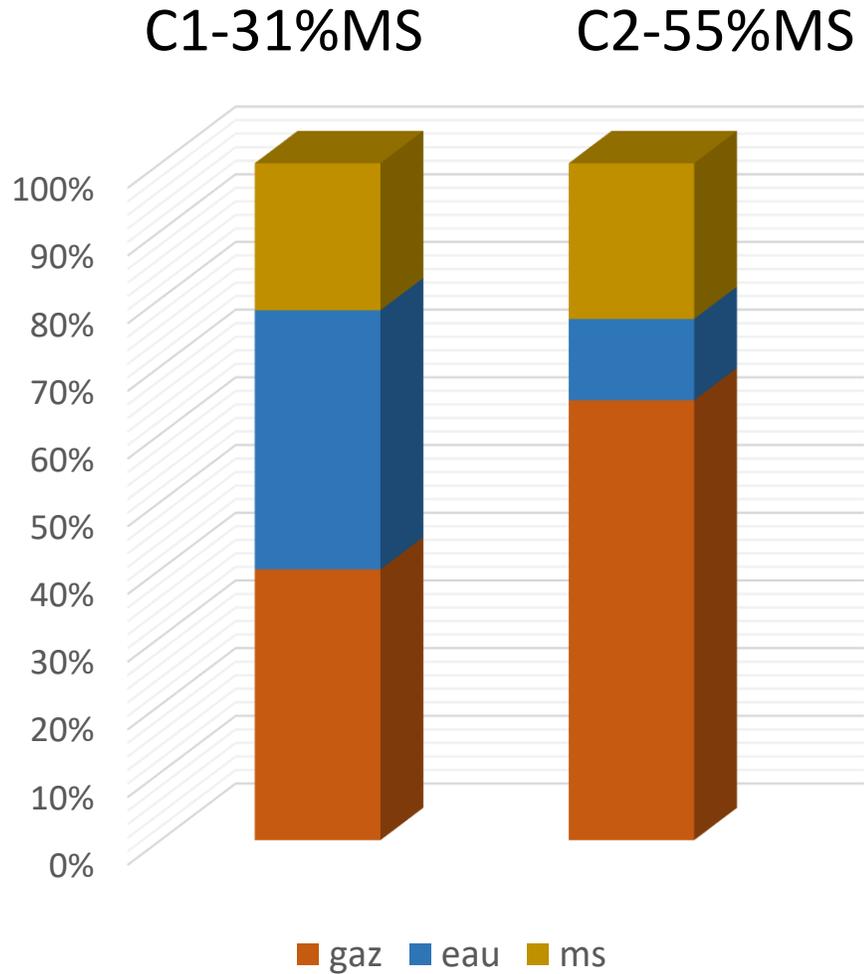
Levures  
Moisissures  
Bactéries



Si lactates diminuent  $\rightarrow$  pH remonte



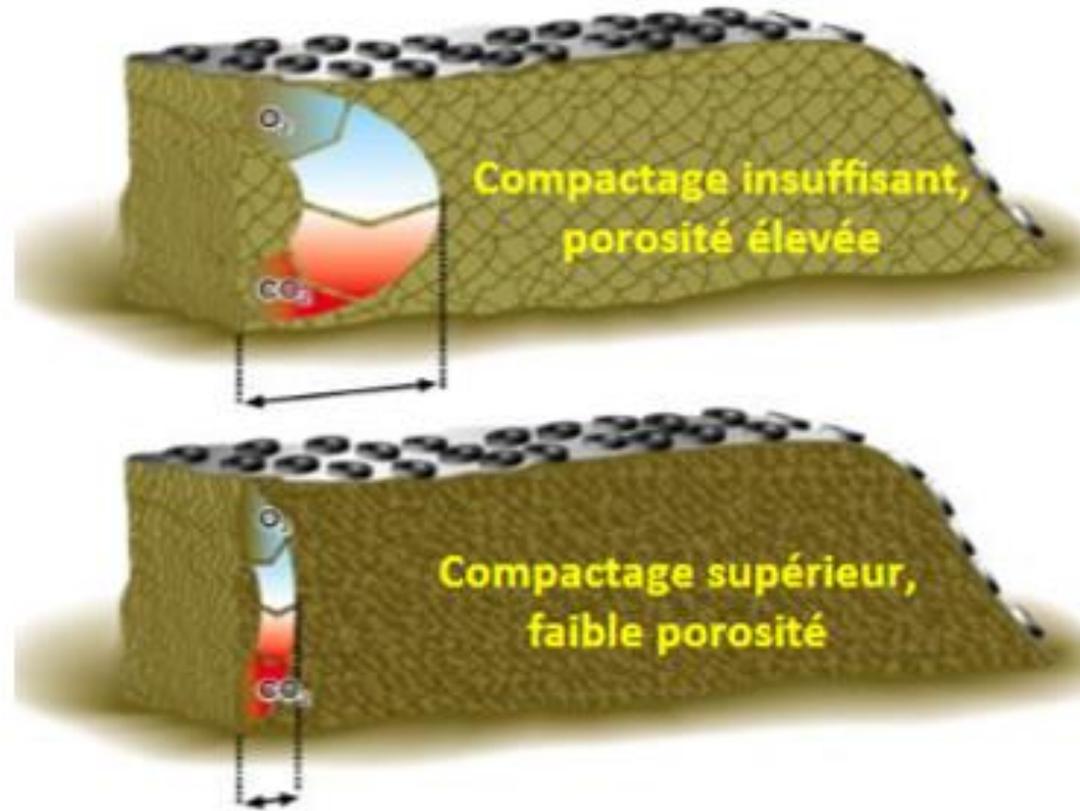
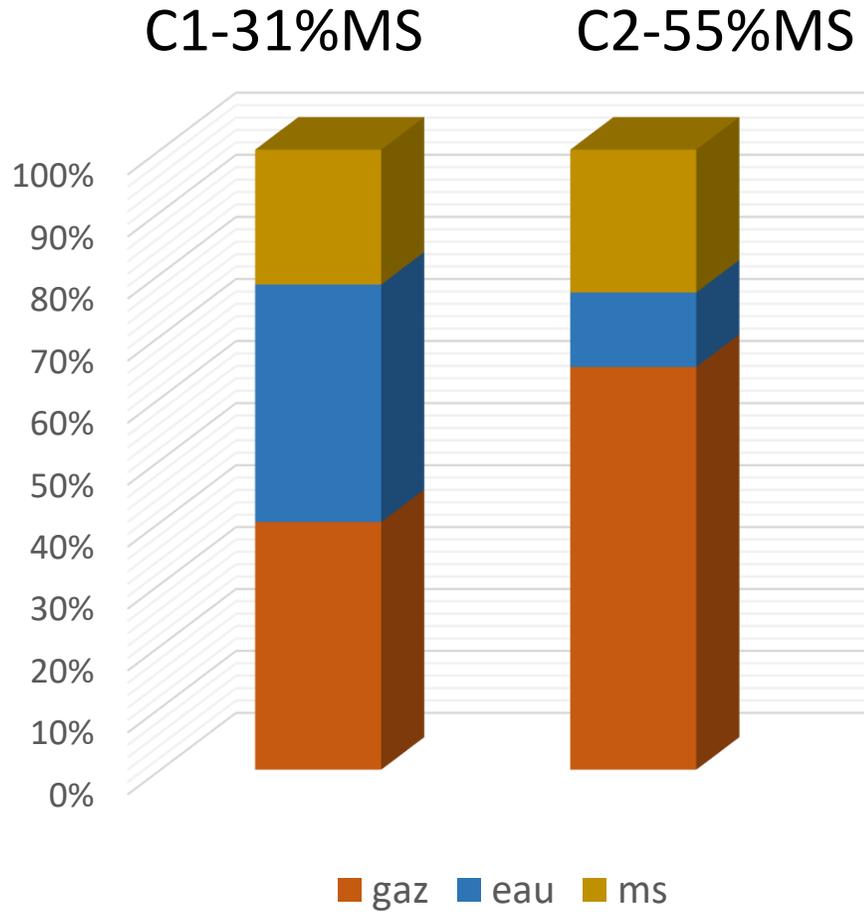
# Reprise



	1 <sup>ère</sup> coupe	2 <sup>ème</sup> coupe
%MS	31	55
Densité (kg MS/m <sup>3</sup> )	235	253
Porosité (%)	37	67
pH moyen	4,3	5
Avancement moyen	<b>+/- 26 cm/j</b>	
Reprise du silo	Front d'attaque net (désilage par bloc)	



# Reprise

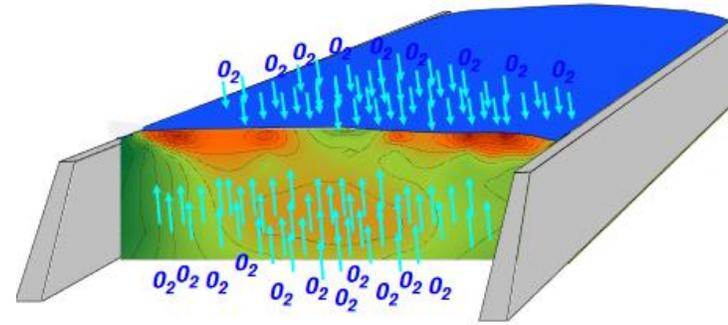


Source: Mahanna(2018)



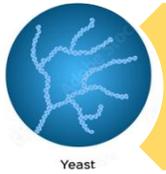
# Reprise

- Propreté devant le silo
- Propreté du tracteur qui désile
- Garder un front d'attaque le plus net possible



Point clé pour la bonne conservation → ~~Oxygène~~





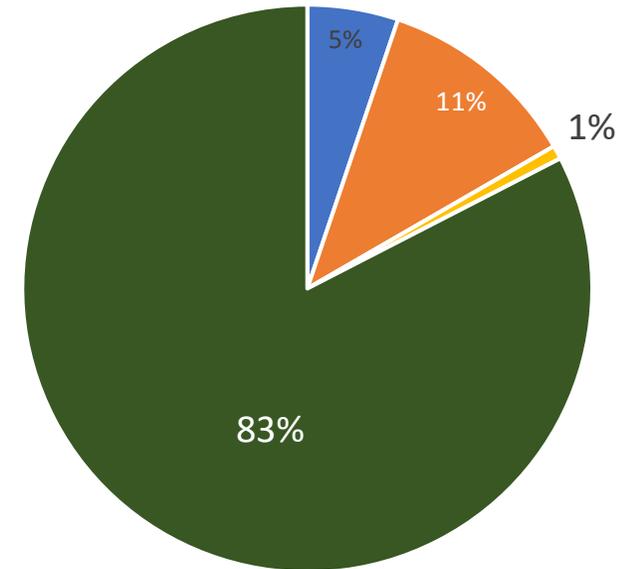
# Levures

- **Anaérobiques facultatives et tolérantes à l'acidité.**  
Multiplication essentiellement si présence d' $O_2$ .

$\Theta_2 =$  Production importante d'alcool (éthanol) et utilisation des sucres (acidification moins rapide)

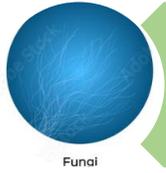
$O_2 =$  Consommation des lactate  $\rightarrow$  pH augmente (+  $CO_2$ )

$\rightarrow$  pH « élevé » +  $O_2 =$  développement de moisissures



■ Acide lactique (g/kg MS)   ■ Acide acétique (g/kg MS)   ■ Ethanol (g/kg MS)

pH moyen: 5,5



Fungal

# Moisissures

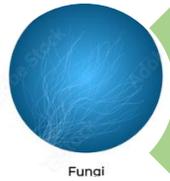
Un des facteurs affectant le plus la qualité hygiénique des fourrages

Sous forme de spores dans tous les ensilages

- Si les conditions ne permettent pas le développement: Pas de conséquences sur l'aliment/l'animal.
- Si les conditions permettent le développement: pertes de MS, énergie,...  
**+ risques sanitaires (mycotoxines).**

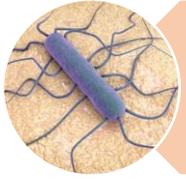
**! Pouvoir de contamination énorme (grand nombre de spores)**





# Moisissures

Espèces	Couleur et aspect	Conditions de développement	Conséquences
<i>Aspergillus spp.</i>	Vert foncé ou noir, d'aspect diffus	Apparition précoce après l'ouverture, silos avançant lentement, période chaude. Apparition sur le front de coupe.	Espèces tolérantes à l'anaérobiose, elles ne modifient pas l'appétence. Sécrétions de <b>plusieurs mycotoxines</b> (certaines à forte dose = troubles nerveux, avortements, troubles respiratoires)
<i>Monascus sp</i>	Blanc puis rouge à la sporulation	Apparition dans la masse du silo lors du stockage et/ou reprise d'échantillons.	Mycotoxines à l'origine d'une diminution de la digestibilité des constituants pariétaux (faible incidence ?) <b>Citrinine</b> (avortement et toxicité hépatique) et <b>monacoline K</b>
<i>Penicillium spp</i>	Poussière bleu vert foncé	Développement des moisissures suite à de mauvaises pratiques d'ensilage.	Risque de toxicité par la production de <b>patuline</b> , <b>roquefortine</b> et <b>toxines PR</b> (fortes doses = troubles nerveux et avortement)



# Listéria

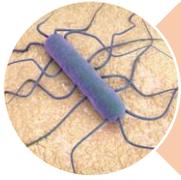
7 formes de listéria dont *Listeria monocytogenes* (=problématique)

Source: EAU, HERBE, FOURRAGES CONSERVÉS (**ensilage avec pH élevé ou foin stocké dans de mauvaises conditions**)

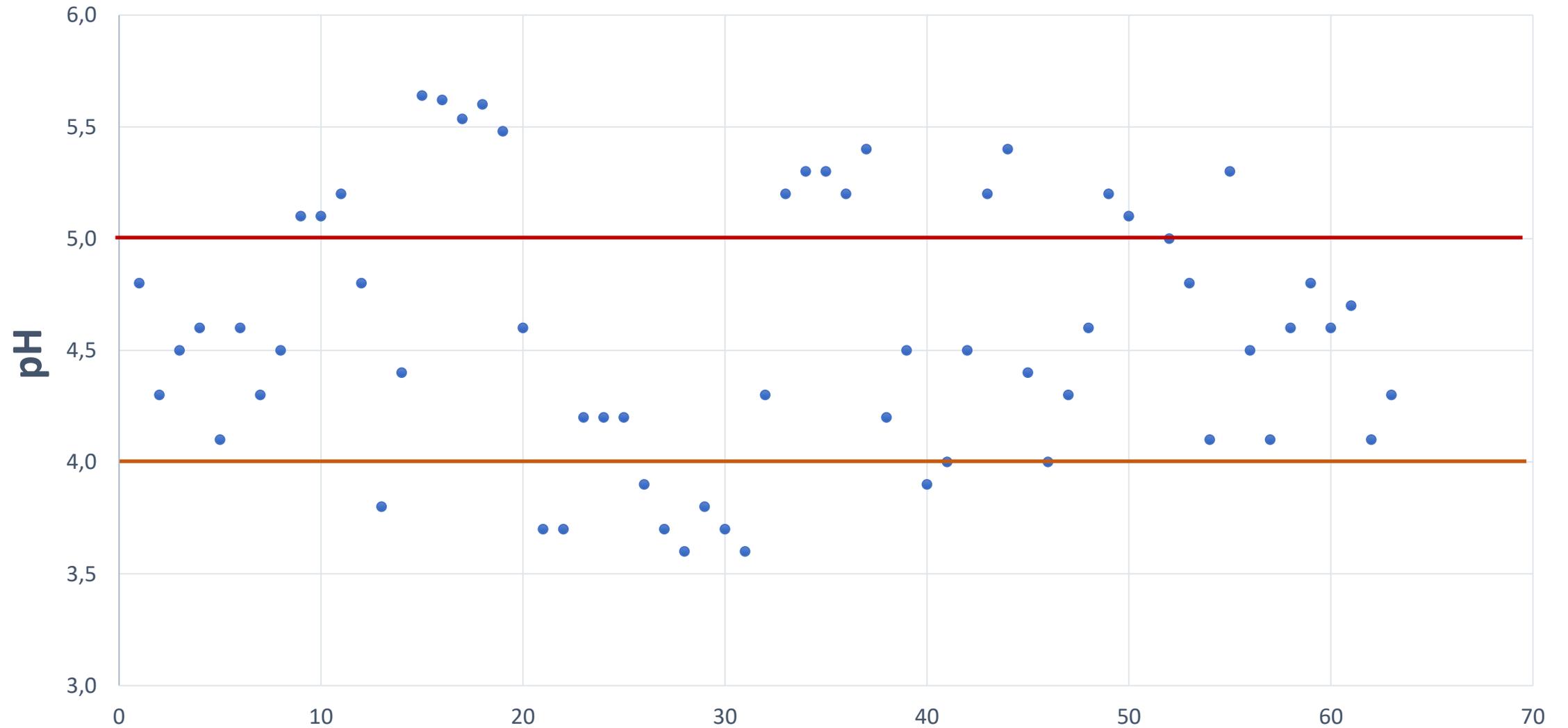
**Enrubannage = plus favorable au développement de Listeria monocytogenes** (densité + faible, poche O<sub>2</sub>, pH élevé) (Queiroz et al. 2018).

Si présence de moisissures = plus de risque de détecter Listéria (Nucera et al., 2016)

Ok Pour listéria	KO pour listéria
Les ensilages avec un pH > 5-6	Les ensilages bien conservés pH < 4
La MO, la boue, le fumier/ lisier (survie= 16mois), la moisissure	La chaleur élevé (pasteurisation)
Un large éventail de t° (-0,4°C à 40°C)	Les détergents usuels



# Listéria





# Récolte

## Faire du bon foin: quelques points d'attention:

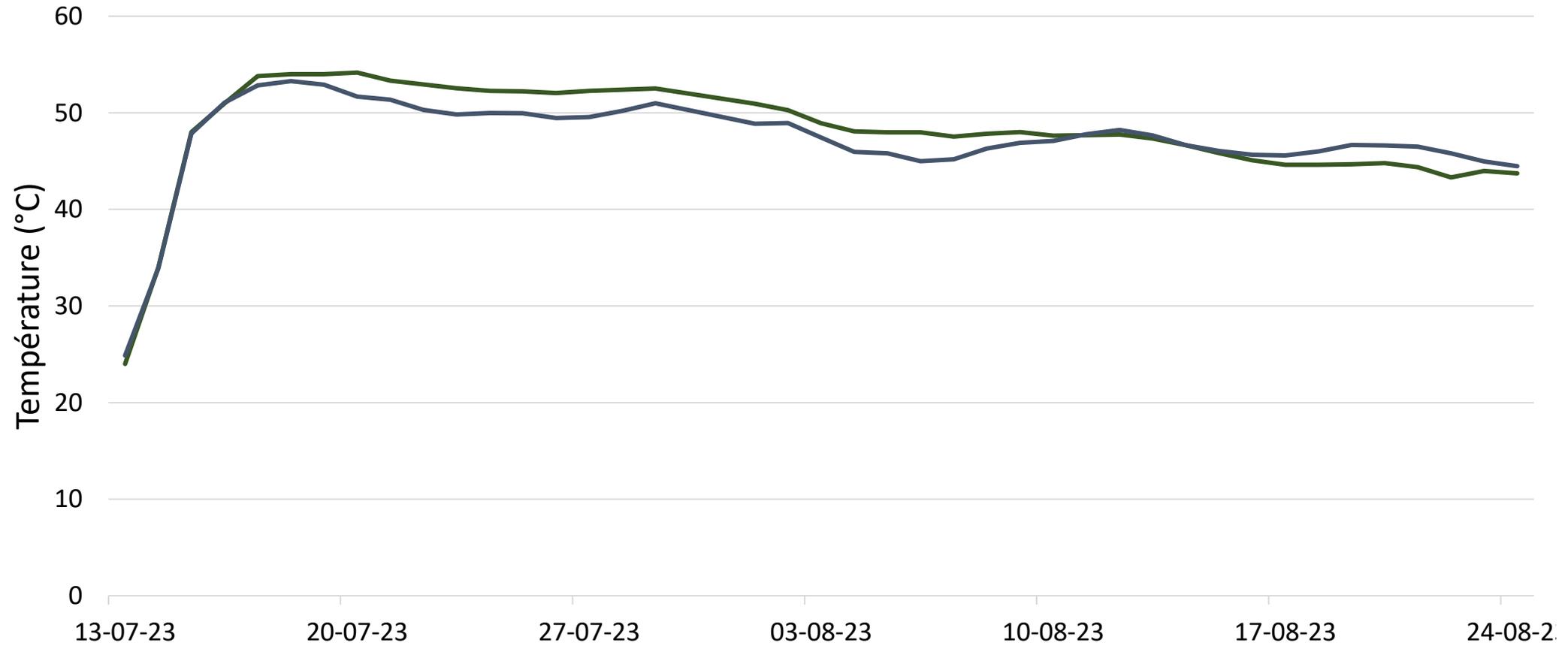
- Atteindre 85% de MS (= 15% d'humidité)  
! Hétérogénéité dans la parcelle
- Éviter un pressage trop important des ballots
- Attention à la flore de la prairie  
! ray-grass riches en sucres
- Les foins jeunes sont plus à risque que les foins tardifs





# Stockage

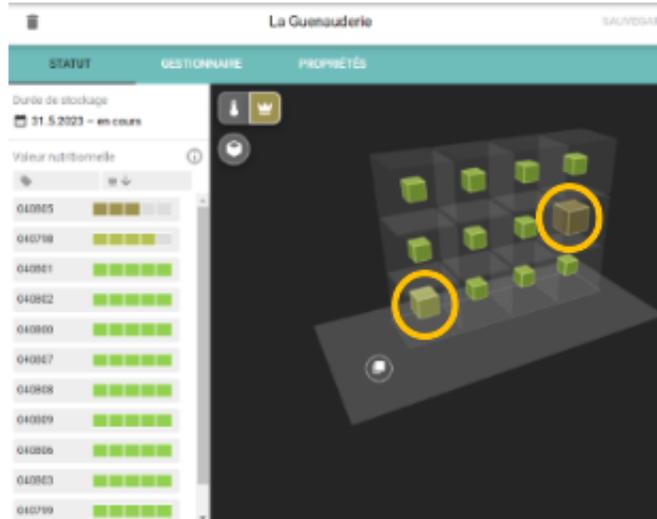
Échauffement du foin → microorganismes impliqués



# L'influence de la densité de pressage



Une prairie homogène



Deux balles chauffent et se dégradent plus que les autres

## Pourquoi ?

Utilisation de la presse de la CUMA.

Changement de réglage après 2 balles car trop serré.

Les identifiants de ces balles avaient été notées : il s'agit de celles qui ont chauffées.



# Stockage

- Ne pas entasser les ballots trop rapidement
- Éviter d'entreposer des ballots à risque au milieu du tas dans le hangar



source: Tissubel

Stockage du foin doit se faire à l'abris de l'humidité (haut et bas)

# Merci pour votre attention

Lina Delforge

[delforge@fourragesmieux.be](mailto:delforge@fourragesmieux.be)

0477/383827

**FOURRAGES - MIEUX**

En collaboration avec:



Avec le soutien de:

