



GUIDE DE LA VALORISATION FOURRAGE en METHANISATION



David Molliere
Benoit Denormandie



Optimisation de la qualité de l'ensilage pour une utilisation dans les installations de biogaz



Qualité d'ensilage



Optimisation de la matière première fourrage

- Méthodes et process de l'ensilage
- Application de l'inoculant

2 objectifs : Préserver la qualité et réduire les pertes.

Amélioration 1: Développer les Bonnes pratiques de Récolte
Et de stockage

Amélioration 2: Application ciblée d'inoculants à haute
performance



PIONEER® brand products are provided subject to the terms and conditions of purchase which are part of the labeling and purchase documents.
TM & SM Trademarks and service marks of Dow AgroSciences, DuPont or Pioneer, and their affiliated companies or their respective owners. © 2019 Corteva.

Optimisation de la qualité de la MP:

les paramètres d'un ensilage de qualité



Valeur Alimentaire	Profil fermentaire	Stabilité aérobie
<p>Composition Chimique (Amidon, fibres, MAT..) Densité énergie, rendement Méthane</p>	<p>pH alcools, AGV, Amidon, Fibre</p>	<p>Température: Masse, Front Bactériologie quantitative, qualitative (levures, moisissures..)</p>

PIONEER® brand products are provided subject to the terms and conditions of purchase which are part of the labeling and purchase documents.
 TM * SM Trademarks and service marks of Dow AgroSciences, DuPont or Pioneer, and their affiliated companies or their respective owners. © 2019 Corteva.

Optimisation de la qualité de la MP:



Matière organique

+

O₂

(en présence de bactéries ou pas)

→ CO₂

→ H₂O

→ Chaleur

#Lavoisier : Rien ne se perd, rien ne se crée, tout se transforme !

5

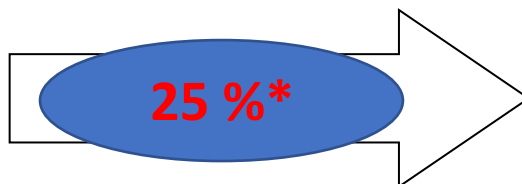
Efficacité d'un conservateur... ... sur la qualité d'un fourrage



RECOLTE



CONSOMMATION



PERTES



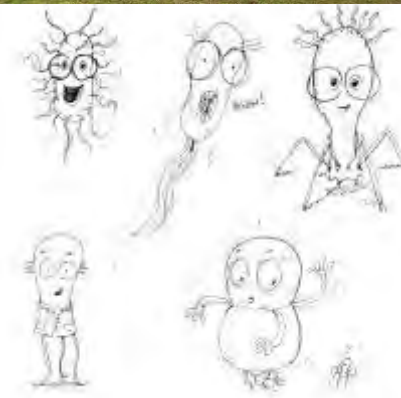
Respiration de
la cellule végétale

20 à 50 %



Activité des levures et
moisissures

30 à 50 %



Activité des Bactéries

0 à 10 %

Les bonnes pratiques de confections des silos d'ensilage



Remplir le silo

→ **Préparation : propreté, bâche latérale,**
objectif = silo hermétique

→ **Etaler : Viser 7 à 10 cm**
Privilégier les couches les plus fines possibles!

→ **Tasser, tasser, tasser :**
Objectif 220 à 240 kg MS /m³

Poids Optimal des tracteurs tasseurs (T)
= Vitesse de chantier horaire (tonnes/heure) / K

$k = 7$ si $MS \leq 30 \%$ et $k = 5$ si $MS > 30 \%$

Tracteur tasseur propre

Contrôle de la pression des pneus (au maximum soit 2,5 à 3,5 bars)



LES BONNES PRATIQUES



Remplir le silo

→ Important : Toujours remplir le silo en U et pas en n



→ ne pas dépasser les murs du silo couloir:
la densité diminue de manière très sensible au delà

→ Adapter le mode de remplissage :

→ plan incliné : pour ensilage sur plusieurs jours
parcelles à MS homogène



→ couches horizontales
MS hétérogènes : les plus humides en haut
ou pour différents types de fourrage



LES BONNES PRATIQUES



Le Recouvrement :

Objectif: HERMETIQUE et SECURITE

- ➔ Tôt dès la fin du tassage
- ➔ sous film ou bâche fine étanchéité à l'air (40 à 80 μ)
- ➔ bâche principale label (140 à 180 μ) quand sous film
- ➔ Filets de protection mécanique
- ➔ du poids : boudins de petit galets (éviter le sable / gel)



Optimisation de la qualité de la MP:

Préserver la qualité et diminuer les pertes



Avoir conscience des pertes : Estimation des pertes dans un Ens Maïs (30 à 40 % MS)

Type de silo	Récolte	Tassage	Gaz	Surface	Distribu tion	Total
Couloir non couvert	2-6%	0-1%	9-10%	9-12%	3-15%	24-43%
Couloir couvert	2-6%	0-1%	6-7%	3-4%	3-15%	16-31%
Taupe non couvert	3-7%	0-1%	11- 12%	19- 24%	3-15%	37-58%
Taupe couvert	3-7%	0-1%	6-7%	4-6%	3-15%	17-34%
Ball ronde	1-2%	0-1 %	5%	2%	1-5%	9-14%



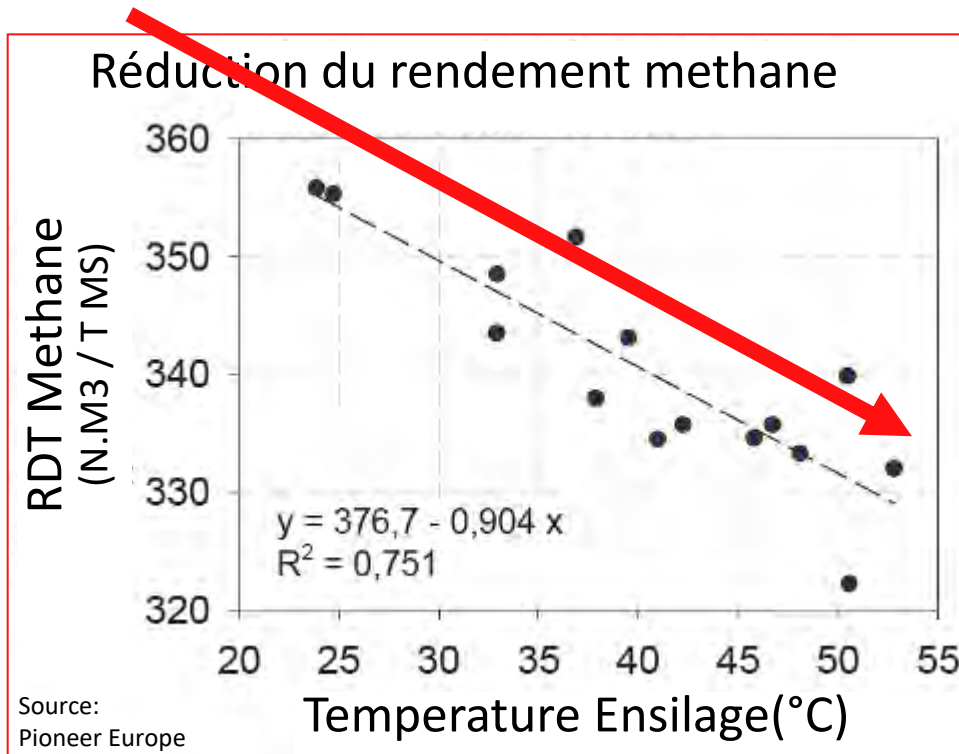
Les plus grosses pertes sont dues à l'échauffement !

Source: Holmes and Muck, Univ. of WI.

PIIONEER® brand products are provided subject to the terms and conditions of purchase which are part of the labeling and purchase documents.

TM & SM Trademarks and service marks of Dow AgroSciences, DuPont or Pioneer, and their affiliated companies or their respective owners. © 2019 Corteva.

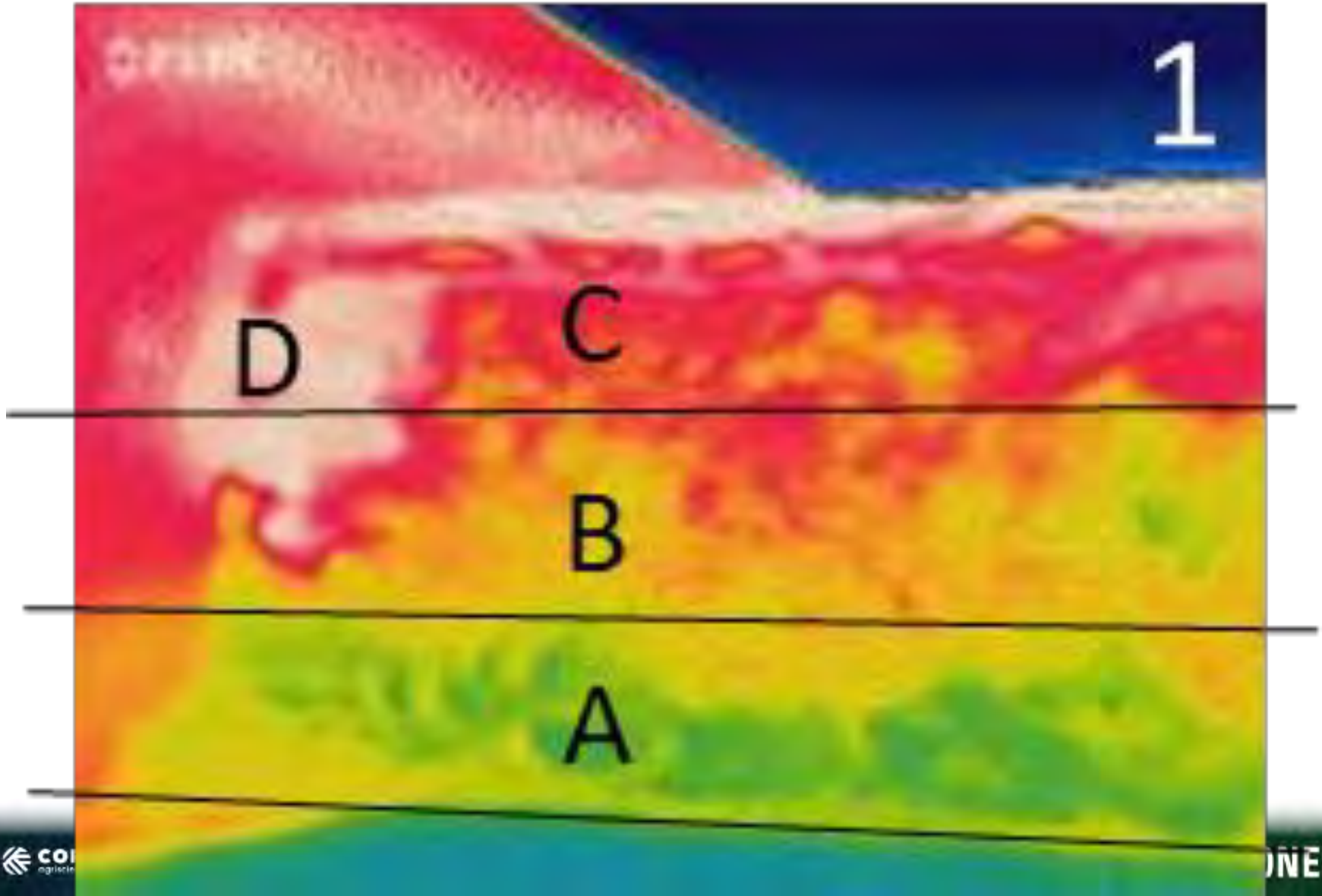
Améliorer ses process Récolte : Toujours couvrir son tas !



L'échauffement diminue le potential Méthane de vos fourrages

PIONEER® brand products are provided subject to the terms and conditions of purchase which are part of the labeling and purchase documents.
™ * SM Trademarks and service marks of Dow AgroSciences, DuPont or Pioneer, and their affiliated companies or their respective owners. © 2019 Corteva.

Caméra infra rouge sur Silo non bâché





Les pertes en chiffres sur silos non bâchés ...

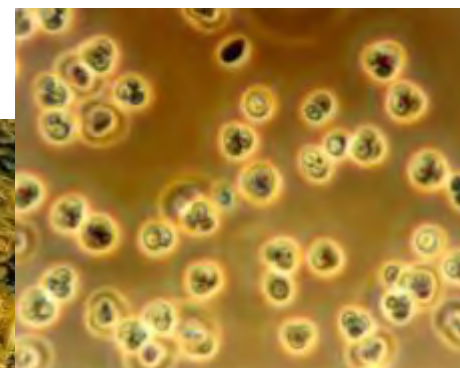
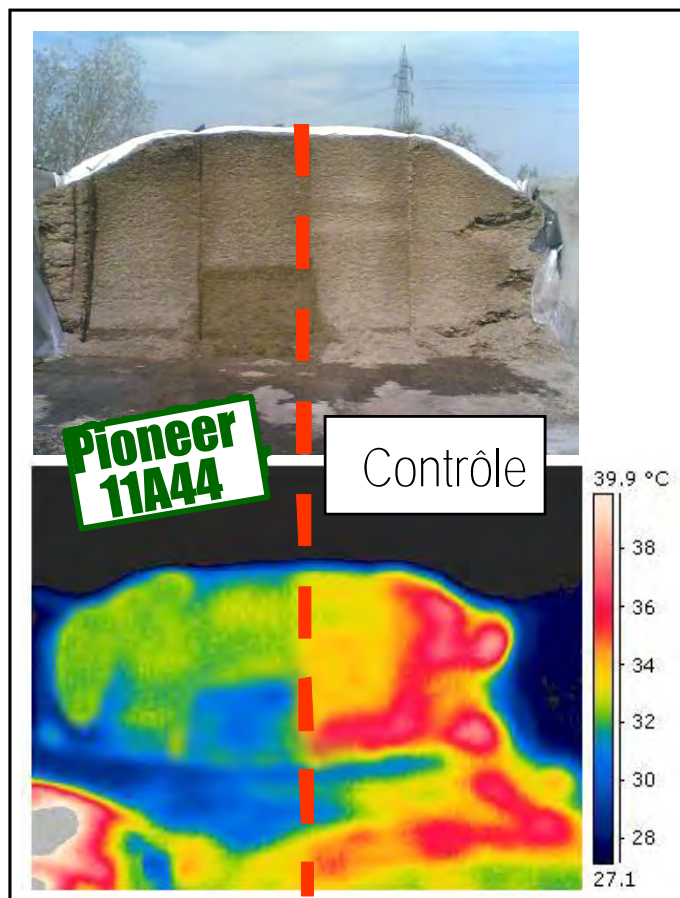


Essai pouvoirs méthanogènes silo non bâché

Echantillons	LIEU	% MS	m3 CH4/TMB	m3 CH4 /TMS	pertes MS %	pertes M3 CH4 /ha
1	0-20 cm	18,53	44	237,5	44%	1471
2	20-40 cm	22,43	62	276,4	32%	808
3	40-80 cm	28,02	86	306,9	15%	290
base 17 TMS/ ha						

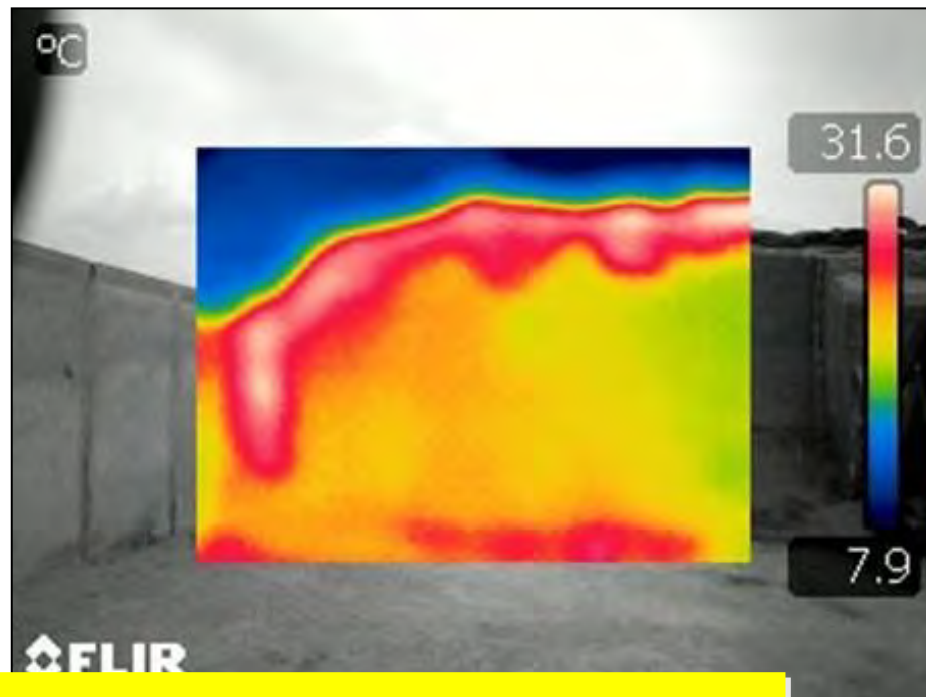
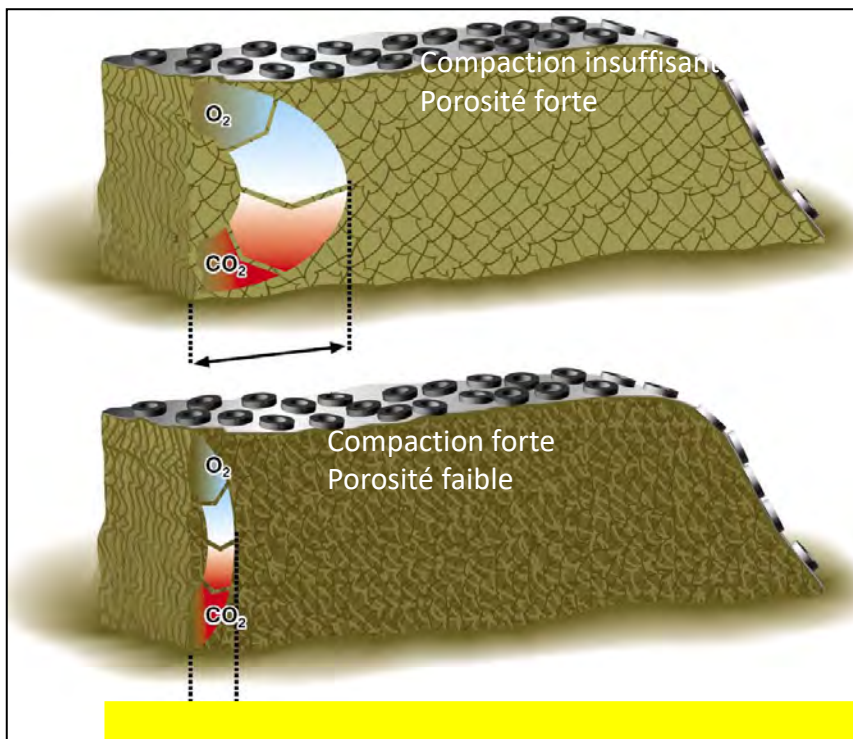
La Récolte:

Se débarrasser des levures et des moisissures !



PIONEER® brand products are provided subject to the terms and conditions of purchase which are part of the labeling and purchase documents.
 TM * SM Trademarks and service marks of Dow AgroSciences, DuPont or Pioneer, and their affiliated companies or their respective owners. © 2019 Corteva.

Améliorer ses Process Récolte: L'avancement et la compaction sont des plus importants!



Echauffement : Surout visible dans la couche 1 - 2 mètres
sous la bâche et une profondeur variable jusqu'à 2 mètres

PIONEER® brand products are provided subject to the terms and conditions of purchase which are part of the labeling and purchase documents.
TM & SM Trademarks and service marks of Dow AgroSciences, DuPont or Pioneer, and their affiliated companies or their respective owners. © 2019 Corteva.

Améliorer ses Process Ensilage: Avoir des silos stables !



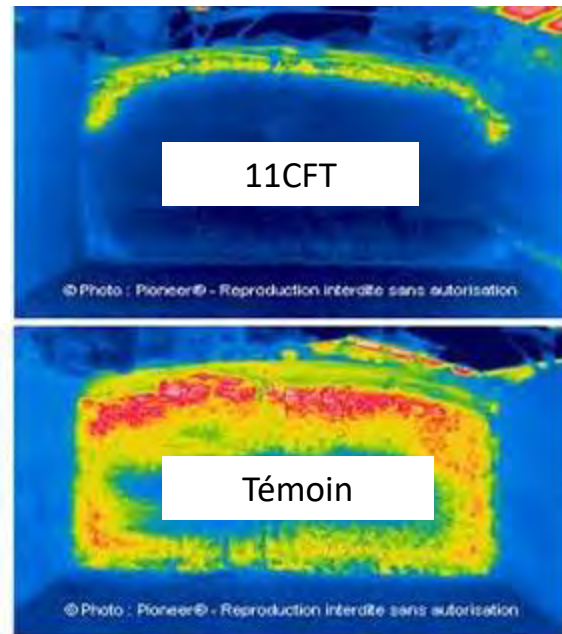
Assurez des conditions défavorables pour les levures!

➔ Air aussi faible que possible dans la masse !

- Bonne compaction
- Bonne couverture
- Bon débit d'avancement
- Faible afflux de levures du champ

➔ Problèmes d'échauffement :

- Hautes pertes de matière sèche (jusqu'à 40%!)



Il y a toujours Echauffement :
Ce n'est pas de savoir SI mais QUAND !

PIONEER® brand products are provided subject to the terms and conditions of purchase which are part of the labeling and purchase documents.
™ & SM Trademarks and service marks of Dow AgroSciences, DuPont or Pioneer, and their affiliated companies or their respective owners. © 2019 Corteva.

Améliorer ses Process Ensilage: Comment travailler la stabilité aérobie !



➤ Les facteurs influençant la stabilité des fourrages :

- ◆ Débit de chantier: le poids des tracteurs tasseurs entrent en jeu !
- ◆ Couches fines max 10 cm
- ◆ Max de pression dans les pneus ! Pas de roues Twins! Eau dans les pneus ?
- ◆ Pas bon pour la compaction : MS élevée et génétique pas adaptée
- ◆ Longueur de coupe élevée
- ◆ "Equipement special aidant"
 - Chargeurs (poids et pression des pneus élevés)
 - Rouleaux (décompacteur de fourrage ou tasseur)

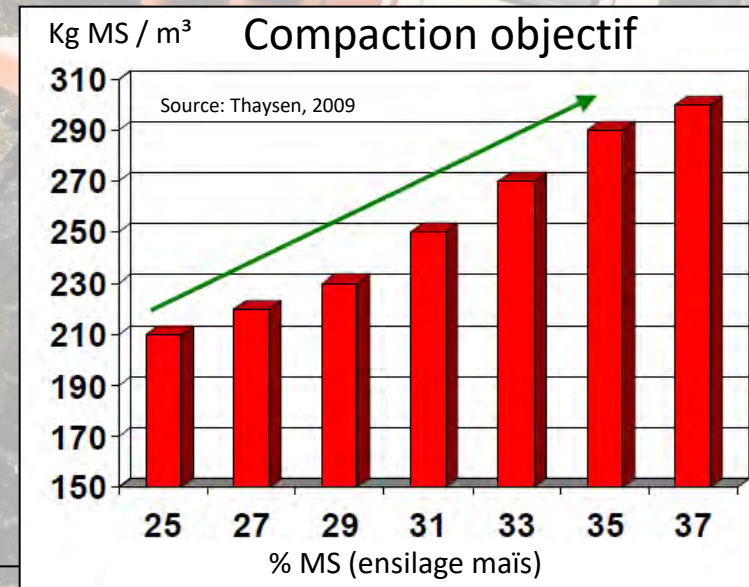
➤ Couvrir immédiatement l'ensilage!

- ◆ À la fin de la récolte (au moins avec la couche fine barrière)

➤ Minimum d'avancement :

le niveau de distribution determine les dimensions du silo (largeur)

- 1,5 m par semaine en hiver
- 2,5 m par semaine en été



PIONEER® brand products are provided subject to the terms and conditions of purchase which are part of the labeling and purchase documents.
TM & SM Trademarks and service marks of Dow AgroSciences, DuPont or Pioneer, and their affiliated companies or their respective owners. © 2019 Corteva.

Améliorer ses Process Ensilage:

La compaction est primordial , peu importe comment !



Améliorer ses Process Ensilage:

Eviter les erreurs = anticiper



Faire le lien advancement et géométrie du silo !

PIONEER® brand products are provided subject to the terms and conditions of purchase which are part of the labeling and purchase documents.
TM * SM Trademarks and service marks of Dow AgroSciences, DuPont or Pioneer, and their affiliated companies or their respective owners. © 2019 Corteva.

Qualité d'ensilage



Optimisation de la matière première fourrage

- Méthodes et process de l'ensilage
- Application de l'inoculant

2 objectifs : Préserver la qualité et réduire les pertes.

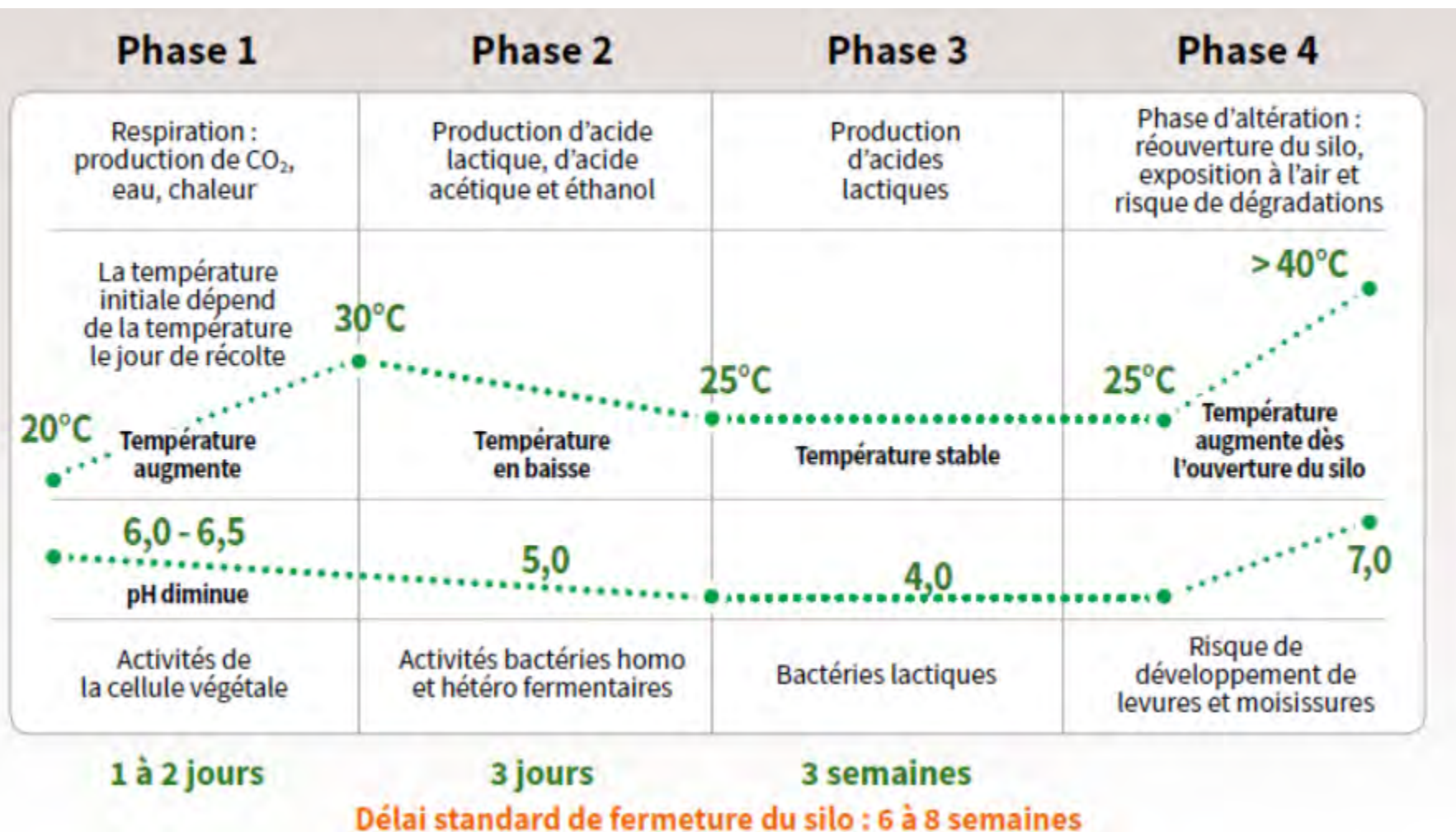
Amélioration 1: Développer les Bonnes pratiques de récolte et de stockage

Amélioration 2: Application ciblée d'inoculants à haute performance



PIONEER® brand products are provided subject to the terms and conditions of purchase which are part of the labeling and purchase documents. TM & SM Trademarks and service marks of Dow AgroSciences, DuPont or Pioneer, and their affiliated companies or their respective owners.

Efficacité d'un conservateur ...sur la qualité des fourrages



Efficacité d'un conservateur ...sur la qualité des fourrages



L'inoculant agit à plusieurs niveaux :

- 1) Il acidifie le Milieu ce qui ralentit **immédiatement** les activités enzymatiques des indésirables, accélération de la fermentation naturelle (4 à 8 jours contre 8 semaines)
- 2) Il **diminue l'Aw** (activité de l'eau). L'eau du milieu est moins disponible pour les activités de la cellule végétale qui ne dégradera pas ses nutriments

➔ AU TOTAL, **UNE REDUCTION TRES SENSIBLE** DE LA RESPIRATION NATURELLE DE LA CELLULE VEGETALE

ET DONC UNE REDUCTION NETTE DES PERTES POST RECOLTE DUES A CETTE RESPIRATION.

Rappel :

La respiration est le phénomène naturelle de combustion (en présence d'O₂) des composés carbonés et azotés en CO₂, NO₂, H₂O et chaleur

LE GAIN attendu est de 5 à 10 % sur la totalité de la MS présente

C'est le gain principal du conservateur (+ de MS, + d'énergie)

Efficacité d'un conservateur ...sur la qualité des fourrages



2) Dans un second temps, l'inoculant démarre son activité de fabrication d'acide propionique et acétique. Ces produits ont pour fonction la destruction des moisissures et levures du milieu

Objectif : **Diviser par 10 à 100 000 = 4 à 5 LOG les populations présentes à la confection**

Rappel : pertes directement proportionnelles au LOG levures/moisissures au front d'attaque

% pertes et log CFU mould *:

log2/3 → 5% , log 4 → 12% , Log 5 → 30% , Log6 → 40% , Log7 → 50% et + plus

Gains attendus :

→ **pas d'échauffements** de front

→ gains attendus : 5 à 10 % de la MS Total

**GAIN
MS**

+ 10 à 15 %

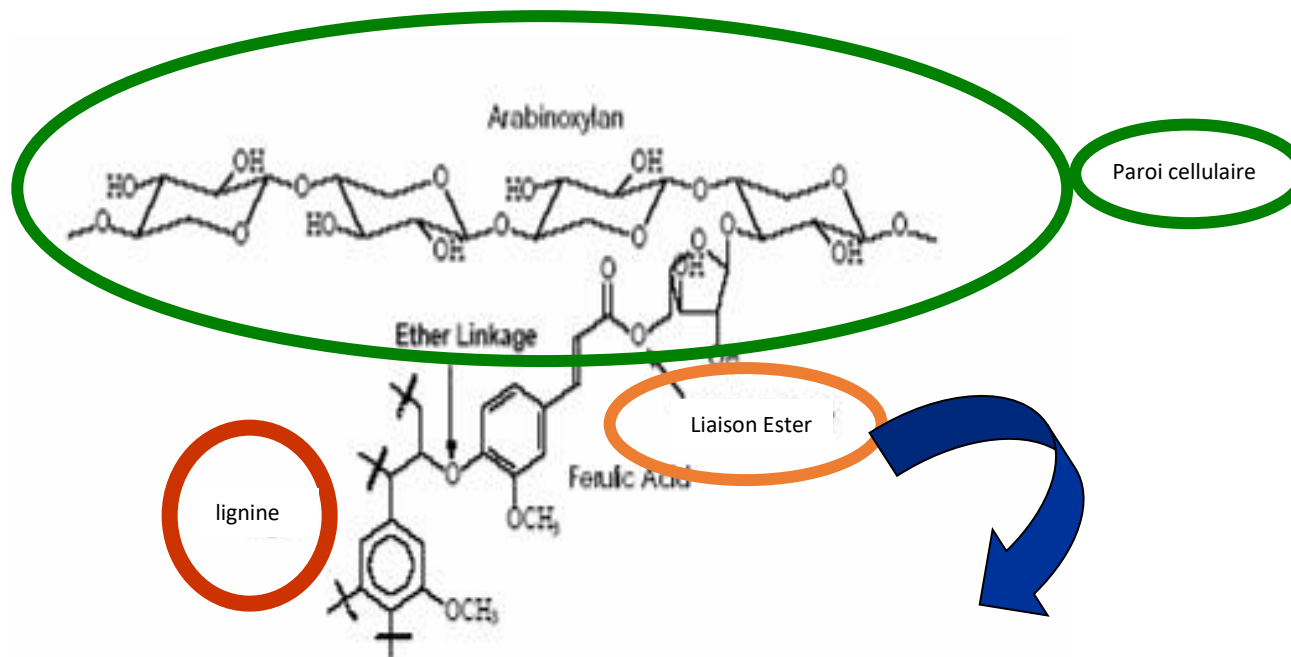
*Borreani et Al.

Application ciblée d'inoculants à haute performance

Digestibilité optimale des nutriments



La lignine "lie" les constituants de la paroi cellulaire,
limitant ainsi la vitesse à laquelle
les bactéries peuvent accéder et digérer les parois cellulaires



LE 11CH4 rompt la liaison Ester grâce à une enzyme produite par notre souche Spécifique Pioneer L. buchneri, permettant ainsi aux bactéries du rumen de digérer la paroi cellulaire beaucoup plus rapidement car elle est séparée de la lignine.

Application ciblée d'inoculants

à haute performance



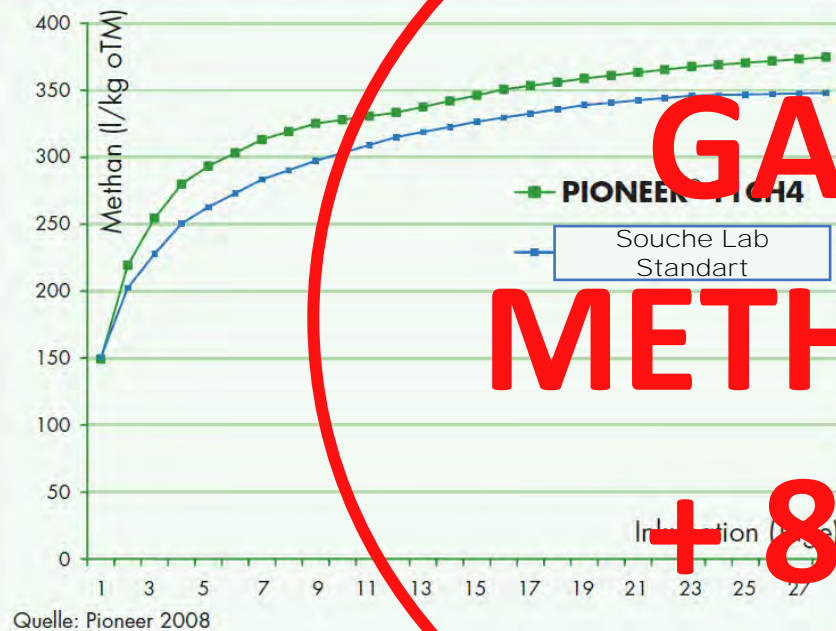
C'est quoi une Enzyme ?

Enzyme	Caractéristiques	Effets
Cellulases and Hemicellulases	Chaînes de polysaccharides fractionnées en chaînes plus petites ou monomères (= glucose)	<ul style="list-style-type: none">• Amélioration de la digestion anaérobie.• Amélioration possible du Turn-Over.
Ferulate Esterases	Découplage de la lignine et des hémicelluloses	<ul style="list-style-type: none">• Accélération et amélioration de la digestion anaérobie.• Turn-over plus rapide possible.• Digestion améliorée Amélioration de la digestibilité fibres

PIONEER® brand products are provided subject to the terms and conditions of purchase which are part of the labeling and purchase documents.
TM * SM Trademarks and service marks of Dow AgroSciences, DuPont or Pioneer, and their affiliated companies or their respective owners. © 2019 Corteva.

Application ciblée d'inoculants à haute performance

Performance de PIONEER® 11CH4



**GAIN
METHANE
+ 8 %**

Dans 34 Tests indépendants et sur des installations de biogaz pratiques, les effets observés de 11CH4 :

- Rendement en méthane supérieur de 8% - d'où une économie d'alimentation
- Digestion accélérée
- Moins de consommation d'énergie grâce à une agitation plus facile
- Amélioration de la stabilité aérobie

PIONEER® brand products are provided subject to the terms and conditions of purchase which are part of the labeling and purchase documents.
TM & SM Trademarks and service marks of Dow AgroSciences, DuPont or Pioneer, and their affiliated companies or their respective owners. © 2019 Corteva.

Retours sur Investissements rentabilité de la bonne conservation



Les frais supplémentaires : Augmentation des frais de stockage

1) les produits :

achat inoculant 2 € la tonne MB (5 à 7 € la tonne MS)

Achat bâche : 0,05 à 0,08 € / TMB (0,15 à 0,25 € /TMS)



2) l'application : APPLI PRO SLV pour une application régulière
homogène, investissement, montage, entretien, SAV
assurés par Pioneer



3) le temps de bien faire les choses à la récolte :

4 points clefs:

- ➔ Hachage adapté à la ration (longueur et pulvérisation parfaite)
- ➔ couches fines : inférieures à 10 cm
- ➔ pression des pneus maximum
- ➔ poids tracteurs tasseurs (Tonnes) = 2 fois le nombre de rangs des ensileuses



Application ciblée d'inoculants

à haute performance

Modele Economique de PIONEER® 11CH4

base : 10 000 T MB fourrage / 3 300 T MS et 100 € la Tonne MS CIVE à 25 T MB et 8 TMS / ha

non traité	poste de couts / ROI	Traité Pioneer 11CH4
0 €	prix achat du 11CH4 + bâches + MO	21 k€ maxi
0 €	Reduction d'achat de MP à hauteur de 8% de Gain Rendement Méthane	26 k€
0 €	Réduction d'achat de MP à hauteur de 10 % de baisse de pertes de stockage en MS	33 k€
inchangé	Temps d'Utilisation de la chambre fermentation (efficacité disgesteur)	Amélioré fct des MP
inchangé	Energie pour pomper ou mélanger (electricité)	abaissée

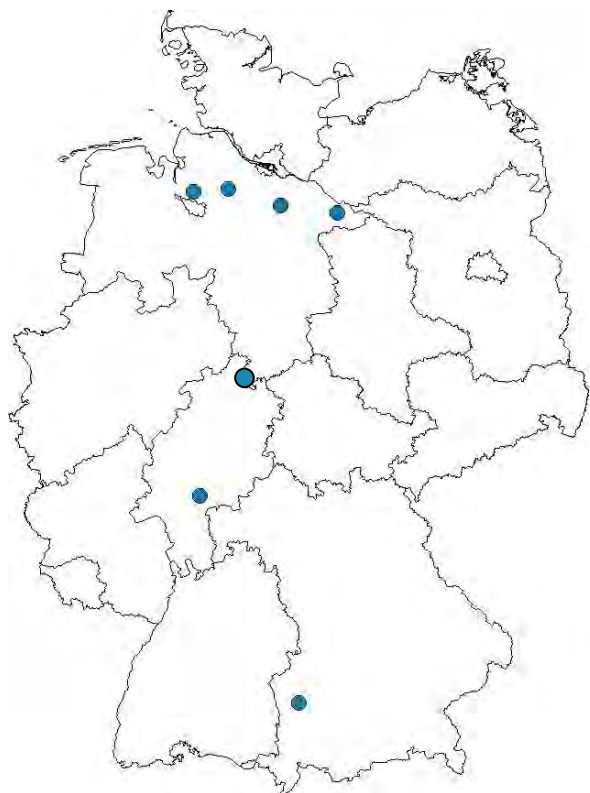
➔ GAIN de 38 k€ d'avantage (95 € / ha)

PIONEER® brand products are provided subject to the terms and conditions of purchase which are part of the labeling and purchase documents.
 TM * SM Trademarks and service marks of Dow AgroSciences, DuPont or Pioneer, and their affiliated companies or their respective owners. © 2019 Corteva.

Application ciblée d'inoculants

à haute performance

test en fermes de PIONEER® 11CH4



Objectif : Valider les gains de rendement en méthane grâce à l'application de PIONEER® 11CH4 dans des conditions pratiques.

- Échantillonnage quotidien d'ensilage de maïs alimenté (échantillons hebdomadaires des MP)
- Données de sortie quotidiennes Méthaniseur

PIONEER® brand products are provided subject to the terms and conditions of purchase which are part of the labeling and purchase documents.
TM & SM Trademarks and service marks of Dow AgroSciences, DuPont or Pioneer, and their affiliated companies or their respective owners. © 2019 Corteva.

	Control	PIONEER® 11CH4	Delta
Feeding:			
Chicken Manure (t FM/Day)	0,8	0,8	+ 0%
Corn Silage (t FM/Day)	21,1	18,0	- 15%
Corn Silage (t dM/Day)	8,2	7,2	- 13%
Produktion:			
Methane Yield (m³/t oDM)	281	321	+ 14%



*Herr Fischer, Biogasanlage Spöckmühle,
87757 Kirchheim in Schwaben, Bavaria*

Nous avons déjà des niveaux d'énergie élevés dans notre ensilage de maïs et des rendements respectifs élevés en gaz par kg de MS. Comme nous utilisons le nouvel inoculant de Pioneer, nous avons besoin d'environ 10-15% d'ensilage de maïs en moins en maintenant les mêmes performances motrices et en utilisant le même hybride de maïs.

	Control	PIONEER® 11CH4	Delta
Feeding:			
Corn Silage (t FM/Day)	17,9	18,2	+ 2%
Corn Silage (t dM/Day)	6,5	5,9	- 8%
Output:			
CH4 (%)	45	48	+ 6%
Methane Yield (m³/t oDM)	290	332	+ 14%



Herr Bauer

CPM-Biogas GmbH & Co KG, 61130 Nidderau-Ostheim, Hess

Bien sûr, beaucoup de gens parlent beaucoup. Mais seul le méthane de boue de plus de 10%, obtenu grâce à une meilleure dégradation de la fibre végétale, était économique pour nous. Il s'agit là d'une nette augmentation de l'efficacité: nous pourrions réduire le tonnage d'alimentation et notre Fermenteur ainsi que le moteur seraient mieux utilisés. La stabilité aérobie de notre ensilage grâce à l'utilisation de Pioneer® 11CH4 a été considérablement accrue

	Control	PIONEER® 11CH4	Delta
Produktion: Raw Gas Yield (m³/t oDM)	500	577	+ 15%



Herr H.V. Marklewitz,
RWG Jameln, 29479 Jameln / Lower Saxony

Pour alimenter l'ensilage de maïs traité au PIONEER® 11CH4, nous avons besoin d'une intensité inférieure à celle de l'ensilage non traité. Cela a un effet positif sur notre consommation d'énergie et conduit à une plus grande stabilité de la cuve de fermentation. De plus, nous produisons moins d'ensilage pour une utilisation maximale de Fermenteur et de moteurs.



Merci de votre
attention.
Des questions?

PION
TM & SM