

Avec le soutien
financier de:



CE PROJET EST COFINANCÉ PAR LE FONDS EUROPÉEN AGRICOLE
POUR LE DÉVELOPPEMENT RURAL. L'EUROPE INVESTIT DANS LES ZONES RURALES

UniFilAlim Santé

**Résultats des essais de stabilisation
des ensilages avec différents
conservateurs bactériens**

Dans le cadre du PEI UniFil Anim Santé partie animale, l'action 2.1 concerne l'utilisation du kéfir en élevage. L'ambition est d'objectiver l'impact du kéfir sur la santé et notamment dans la conservation des ensilages d'herbe à la fois en station expérimentale et dans des fermes commerciales chez des éleveurs utilisateurs.

Un enjeu économique essentiel

L'ensilage est une technique de conservation des fourrages par tassement et fermentation acide. Connue depuis l'antiquité, cette technique a connu un essor fin des années 60 associé à celui du machinisme agricole et au développement de la culture du maïs. La conservation de l'herbe par ensilage s'est développée en accompagnement de l'intensification et de la rationalisation de la production fourragère. Les fourrages fermentés représentent plus de 50% de l'alimentation des vaches laitières. Ils ont aujourd'hui un intérêt complémentaire dans le contexte de changement climatique où la période estivale sans pousse de l'herbe s'allonge et où les conditions de récolte du foin peuvent être très variables.

Cependant les contraintes techniques sont nombreuses et les altérations de la qualité voire les pertes parfois importantes. Ceci n'est pas souhaitable dans notre contexte économique tendu. En effet, en plus des **pertes mécaniques au champ de l'ordre de 2 à 7% pour l'ensilage d'herbe**, il faut additionner des **pertes « normales » de conservation de 6 à 16%** dépendant fortement des conditions de réalisation. En plus du phénomène de respiration normale des cellules encore vivantes en début de constitution, il peut aussi y avoir des écoulements suite à des taux d'humidité hauts ou des développements de bactéries nuisibles comme des clostridies ou de moisissures et levures.. En plus de consommer des éléments nutritifs, elles dégradent les qualités organoleptiques et produisent des éléments toxiques comme les mycotoxines jusqu'à rendre l'ensilage impropre à l'alimentation du bétail. Les réactions non souhaitées peuvent entraîner des échauffements de parfois plus de 8°C

Bien conserver son ensilage est donc une nécessité pour les éleveurs de ruminants de Pays de la Loire. Les additifs étaient encore peu développés en 2014 avec seulement 10% des éleveurs utilisateurs (contre + 50% USA) suite à de mauvaises expériences avec les additifs acides de première génération qui ont corrodé le matériel.

En mars 2020, la question est toujours la même : est-ce que l'efficacité vaut le coût ?

Anthony Uijtewaal d'Arvalis résume : « Avec un coût de l'herbe rendue silo entre 120 et 140 €/tMS, l'économie de la perte permise par un conservateur homofermentaire serait ici comprise entre 4,7 et 5,5 €/tMS. Avec un ensilage d'herbe à 30% MS et un prix des conservateurs entre 2 à 3 €/tMS brute, cela permet un retour sur investissement d'un pour un. »ⁱ

Aujourd'hui, un certain nombre d'additifs technologiques commerciaux sont proposés aux éleveurs pour faciliter la conservation et la stabilité de leurs ensilages :

- des acides organiques, accélérateur d'acidification : méthanoïque ou formique (1 seul atome de Carbone C) ou propionique (3 C) qui a en plus des propriétés antifongiques
- des enzymes, facilitatrices de l'acidification naturelle: ces catalyseurs augmentent la disponibilité d'énergie à disposition des bactéries lactiques en digérant l'amidon ou les fibres les plus digestibles.

- des inoculas bactériens :
 - de bactéries lactiques homofermentaires¹, accélératrices d'acidification
 - de bactéries hétérofermentaires², plutôt stabilisatrices de l'ensilage car elles produisent des antifongiques : l'acide acétique et le 1,2-propanediol.

Sur le terrain, il a été observé que certains éleveurs, suite à des formations professionnelles, utilisent comme conservateur un kéfir dit « sauvage » qu'ils développent eux-mêmes à partir d'une souche et cela leur coûte beaucoup moins cher.

Le kéfir est un mélange bactérien. Il est défini dans le CODEX STAN 243-2003 comme un « levain préparé à partir des grains de kéfir, *Lactobacillus* kéfiri, espèces des genres *Leuconostocs*, *Lactococcus* et *Acetobacter* proliférant dans une même relation étroite ». Sa concentration est définie à un minimum de 107 UFC³ /g.

Pour évaluer l'efficacité réelle de cette pratique du kéfir sauvage en conservateur d'ensilage, nous allons nous concentrer uniquement sur des conservateurs de type inocula en posant 3 questions majeures :

1. Les inoculas ont-ils globalement un intérêt sur la conservation ou la stabilité de l'ensilage ?
2. Les inoculas ou kéfir commerciaux ou sauvages sont-ils équivalents en termes d'efficacité ?
3. Est-il simple d'utiliser des conservateurs vivants pour sécuriser les ensilages ?

En effet, si les conservateurs étaient efficaces et que le kéfir dit sauvage l'était autant que les autres, il représenterait alors une sécurisation de la conservation des ensilages peu coûteuse et efficace.

Les expérimentations ont été menées dans la ferme expérimentale de Derval et dans plusieurs fermes volontaires de la région Pays de la Loire.

Les inoculas ont-ils globalement un intérêt sur la conservation et la stabilité des ensilages ?

Rappelons que l'intérêt des bactéries lactiques ajoutées comme conservateur est de ne pas compter uniquement sur la flore naturelle bactérienne épiphyte des plantes mais de compléter ou compenser par un apport de bactéries efficaces produisant rapidement de l'acide lactique pour descendre rapidement le pH. Parfois, des bactéries hétérofermentaires, productrices d'acide acétique sont ajoutées car c'est un antifongique naturel permettant une meilleure stabilisation de l'ensilage.

L'expérimentation à Derval a donc été mise en oeuvre pour comparer 3 inoculas possibles par rapport à un témoin neutre.

¹ Homofermentaires : bactéries qui produisent différents substrats de l'acide lactique, de l'acide acétique et de l'alcool

² Hétérofermentaires : bactéries qui produisent uniquement un substrat, l'acide lactique

³ UFC : unité formant colonies

- **Le premier conservateur est un inoculum bactérien standardisé proposé par l'entreprise Pioneer que nous nommerons Pioneer® dont la formule a été tenue secrète par le fabriquant.**

Habituellement, la marque Pioneer® développe une gamme de 3 inocula spécifiques de l'ensilage d'herbe qui propose à la fois l'accélération de l'acidification et la stabilisation par bactérie. Ils utilisent des mélanges de Lactobacillus buchneri LN4637, Lactobacillus plantarum et Enterococcus faecium, avec en général une garantie entre 100 et 110 milliards unités formant colonie (UFC par gramme).

- **Le deuxième conservateur est considéré comme un kéfir commercial nommé Defi'Flor® du laboratoire Solu'Nature**

Sur l'étiquette, la composition décrit « dextrose, lactose, maltodextrine, hydrolysats de levures partiellement fermentés » avec des additifs E301, E4, E5, E6 et un arôme de vanille biologique. Le mot kéfir n'est pas précisé, il ne rentre donc pas dans le cadre légal du CODEX STAN 243-2003 et ce produit ne garantit pas de composition bactérienne ni de quantités UFC. Il est déposé comme un aliment complémentaire pour les animaux.

- **Le troisième conservateur est un kéfir dit sauvage autoproduit**

Il a été produit sur la ferme à partir de grains d'un agriculteur. La méthode de production a consisté à disposer 100g de grains dans 1L d'eau non chlorée avec 40g de sucre pendant 2 jours à 20°C environ.

1. Préparation des échantillons

- Méthode de récolte de l'herbe

L'herbe récoltée provient d'une prairie temporaire d'une parcelle les Epinais à Derval, 44. Elle se compose de Ray gras italien, trèfle incarnat et diverses légumineuses. L'implantation de cette prairie s'est faite 30/08/2018, suite à la récolte du maïs le 24/08/2018 et déchaumage le 29/08. Elle a été roulée le 31/08/2018, a reçu une fertilisation 33% d'azote à 115kg le 25/02/2019. La fauche a eu lieu le 17/04/2019, le stade était épi à 10cm. Une faucheuse à plat a été utilisée et pour optimiser l'échantillonnage, il n'a été prélevé que dans un seul andain de fauche. L'ensilage a eu lieu de 19/04/2019.

Suite à l'expérience et à l'étude bibliographique, il ressort que le % de matière sèche (MS) est un élément clé de la conservation des ensilages. L'étude sera donc réalisée avec 2 niveaux de **MS 25% et 40%**.

Pour mémoire, une MS inférieure à 25% correspond à un taux faible de MS induisant une perte de valeur alimentaire par écoulements des jus. D'un autre côté, 40% de MS correspond à un taux haut, qui induit un risque de maintien aérobie par difficulté de tassement. Le conseil de récolte de l'herbe pour ensiler se situe plutôt entre 30 et 35% de MS selon les auteurs et la composition de l'herbe ensilée. Ces deux situations seraient donc potentiellement candidate à une sécurisation de l'ensilage pour limiter les pertes. Pour cela, l'herbe sélectionnée a été étalée et homogénéisée manuellement à la fourche. Un relevé du taux de MS a été effectué plusieurs fois par jour avec la méthode du micro-ondes pour collecter à le 18/04 l'herbe à 25% MS et le 19/04 l'herbe à 40 % MS.

Elle est ensuite broyée à l'aide d'une tondeuse. Deux premiers échantillons dit en vert sont mis de côté un à 25% de MS et 1 à 40% de MS.

Les 2 lots d'herbe à 25% et à 40% sont ensuite répartis chacun dans 4 bassines de 10 kg.

- Préparation des conservateurs :

Chaque conservateur est ajouté respectivement dans 2 bassines une avec 10 kg d'herbe à 25% de MS et l'autre avec un échantillon de 10kg d'herbe à 40% MS.

Le conservateur Pioneer® se présente en poudre : 1 g est dilué dans 1 L d'eau. 10 mL de cette solution sont ajoutés aux bassines (équivalent à 1g pour 1 t de matière fourragère - MF)

Le Defi'Flor est liquide : 3.3 mL sont dilués dans 1 L d'eau. De même, 10 mL de cette solution sont ajoutés aux bassines (équivalent à 3.3mL pour 1 t MF).

Le kéfir sauvage est extrait de la partie liquide de la préparation maison à raison de 17 mL par bassine (équivalent à 1.7L pour 1 t MF).

Enfin, le témoin est de l'eau pure à raison de 10mL par bassine (équivalent à 1L pour 1t de MF).

- Préparation des mini-silos

Les mélanges des bassines sont homogénéisés puis placés dans des mini-silos tassés à la force humaine. Il est réalisé 6 répétitions de chaque modalité.



Mini-silos en PVC utilisés pour simuler les conditions de stockage en silo.

- Préparation des prélèvements pour analyse

Les mini-silos sont réouverts respectivement à 8 jours soit en début de stabilisation de fermentation selon des études INRAE en bocaux et après 70j, soit après un temps de conservation.

Leur contenu est de nouveau homogénéisé et les échantillons collectés sont ensuite stockés au congélateur pour être analysés ultérieurement en un seul lot.

2. Résultats d'analyses

Les analyses étudiées concernent des paramètres de valeur fourragère et les glucides pariétaux ainsi que des témoins de conservation pour les échantillons non en vert.

	Analyses A (en vert)	Analyses B (à 8 jours)	Analyses C (après 70 jours)
Valeur alimentaire	MS, MAT, Fibres (NDF, ADF, ADL), matières minérales, sucres solubles	MS, MAT, fibres	MS, MAT, Fibres
Analyses de conservation		pH, Ac. Acétique, Ac. Lactique	pH, Ac. Acétique, Ac. Butyrique, Ac. Lactique, Ac. Propionique, Azote soluble, Azote ammoniacal
	Moisissures et levures revivifiables à 20 °C	Moisissures et levures revivifiables à 20 °C	Moisissures et levures revivifiables à 20 °C
Nombre d'échantillons	2	24	24

Récapitulatif des différents échantillons de l'essai et analyses prévues

Le laboratoire choisi est Inovalys. Il s'agit d'un laboratoire certifié COFRAC pour de nombreuses analyses dont celles de l'essai. Chaque analyse utilise une méthode de laboratoire définie précisée ci-dessous.

Analyse	Site (1)	Cofrac	LQ	Spécifications	Unité	Méthode dosage	Référence méthode dosage
Valeur alimentaire Fourrage (Herbe Chimie) (FF1D-CHIM)							
Matière sèche corrigée à 80°C - 48h	N				%	Dessiccation / Gravimétrie	BIPEA - EC 77 M 09 p5/20
Matières minérales à 550°C	N		0.01		g/kg	Gravimétrie	R (CE) 152/2009
Matières azotées totales (MAT)	N		2		g/kg	Dumas	NF EN ISO 16634-1
Cellulose	N				g/kg	Gravimétrie	Interne selon NF V03-040
Digestibilité "Aufrère" (DcellMS)	N				%	Gravimétrie	BIPEA 09/1996 "Aufrère"
Digestibilité Matière Organique (dMO)	N				%	Calcul	Tables INRA 2007
UFL - Unité fourragère lait	N		0.05		UF/kg	Calcul	Tables INRA 2007
UFV - Unité fourragère viande	N		0.05		UF/kg	Calcul	Tables INRA 2007
PDIA	N				g/kg	Calcul	Tables INRA 2007
PDIE	N				g/kg	Calcul	Tables INRA 2007
PDIN	N				g/kg	Calcul	Tables INRA 2007
UEL - Unité d'encombrement lait	N				UE/kg	Calcul	Tables INRA 2007
UEB - Unité d'encombrement bovin	N				UE/kg	Calcul	Tables INRA 2007
Constituants pariétaux selon Van Soest (NDF/ADF/ADL) (fourrages) (FF-VANSOEST)							
Neutral detergent fiber (NDF)	N		15		g/kg	Gravimétrie	NF V18-122
Acid detergent fiber (ADF)	N		10		g/kg	Gravimétrie	NF V18-122
Acid detergent lignin (ADL)	N		5		g/kg	Gravimétrie	NF V18-122
Conservation des Fourrages (Analyse simple en plus de FF1D ou FF3D) - Unité O1 (CF2-O1)							
Acide propionique	V				g/kg	GC/FID	Méthode interne - V-AOEN/M/021
Acide iso-butyrique	V				g/kg	GC/FID	Méthode interne - V-AOEN/M/021
Acide n-butyrique	V				g/kg	GC/FID	Méthode interne - V-AOEN/M/021
Acide iso-valérianique	V				g/kg	GC/FID	Méthode interne - V-AOEN/M/021
Acide n-valérique	V				g/kg	GC/FID	Méthode interne - V-AOEN/M/021
Acide acétique	V				g/kg	GC/FID	Méthode interne - V-AOEN/M/021
Matière sèche seule (Herbe) (FF0-HER)							
Matière sèche corrigée à 80°C - 48h	N				%	Dessiccation / Gravimétrie	BIPEA - EC 77 M 09 p5/20
pH	N					Potentiométrie	Interne
Azote ammoniacal	N				g/kg	Distillation suivie de titrimétrie	BIPEA EC 77 M 0902 (02/2009)
Azote ammoniacal/azote total (NH4/NT)	N				%	Calcul	Calcul

Méthode d'analyses employées par le laboratoire Inovalys dans le cadre des essais du PEI

Les résultats d'analyse ont donné lieu à une analyse statistique. Les données ont été analysées avec R (R Core Team (2018)). Les packages et lmerTest ont été utilisés. Pour chaque variable analysée, un mixed model avec random intercept et random slope a été estimé. Le critère AIC ainsi qu'un likelihood ratio test ont été employés pour déterminer le modèle final. En outre, l'interaction de premier ordre a également été testée via la même procédure.

- **Résultat d'analyse du fourrage en vert**

ANALYSE REALISEE (g en kg MS)	MS à 25%	MS à 40%
Matière sèche	28,5%	43,4%
Sucres solubles totaux (en glucose)	271	268
Matières azotées totales (MAT)	108,3	105,3
Matières minérales à 550°C	83	81,8
Neutral detergent fiber (NDF)	314,2	294,8
Acid detergent fiber (ADF)	230,2	215,2
Acid detergent lignin (ADL)	9,6	8,9

Les taux de MS atteints dans les échantillons correspondent aux taux ciblés. L'échantillon à 25% qui se révèle plus à 28,5% se rapproche finalement des valeurs conseillées de 30-35%. Rappelons que la diminution du taux de MS (sous 30%) induit une baisse d'ingestion.

Les sucres solubles sont assez représentés. Ils sont importants pour la baisse de pH rapide de l'ensilage car ils sont le premier substrat bactérien. Ils seront aussi intéressants en nutrition animale pour augmenter l'ingestion ou l'efficacité d'utilisation des protéines dans le rumen. La recommandation minimum est 12 à 13% de la MS. Dans les échantillons expérimentaux, ils représentent 27% environ. Ceci peut s'expliquer par la fertilisation qui a soutenu l'activité métabolique des plantes, par la précocité de récolte avant épiaison et par la méthode de fanage à la main plus douce permettant de garder les feuilles dans les échantillons.

Les MAT en revanche sont plutôt en marge basse ce qui est surprenant par rapport aux valeurs possibles plutôt entre 100 et 190g/kg MS mais cohérent au regard du taux de sucres lié au stade de récolte. La baisse rapide de pH sera essentielle pour éviter la dégradation en azote soluble voire ammoniacal.

Concernant les fibres, l'analyse montre un faible taux de lignine, plus de cellulose et pas mal d'hémicellulose, ce qui est bien compatible une nouvelle fois avec le stade de récolte. Cet aliment contenant des fibres plutôt digestes sera bien consommé par l'animal mais induira moins de pouvoir tampon du rumen.

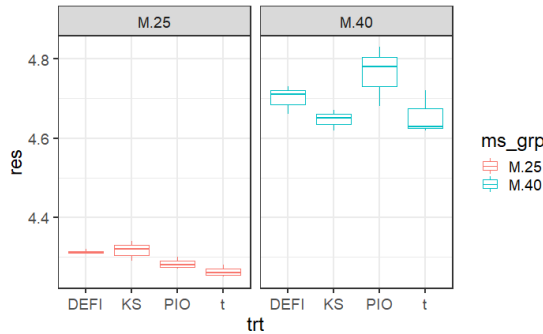
Enfin, les cendres à un peu plus de 80g/kg de MS correspondent au 8% attendu pour des graminées. Elles sont importantes à surveiller car en plus de la silice des plantes, elles pointent une contamination par des poussières ou de la terre induisant un risque de développement des butyriques dans l'ensilage. Ce risque est ici à écarter.

Il a aussi été réalisé des dosages de levures donnant en moyenne $3,6 \cdot 10^5$ et de moisissures $4,0 \cdot 10^2$ g/kg MS. Ces résultats sont satisfaisants. Il est recommandé moins de 100 000 UFC par g d'ensilage.

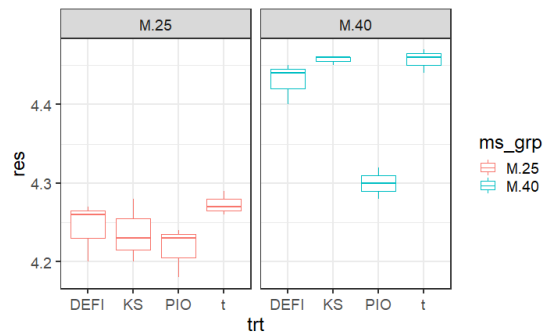
• **Résultats sur le pH**

Pour optimiser la qualité, l'objectif est une baisse du pH en dessous de 4 pour limiter les fermentations indésirables. Plus le pH aura baissé, meilleur sera l'ensilage.

A 8 jours



A 70 jours



Dans notre essai, l'ensemble des échantillons de 25% de MS ont bien baissé autour de pH 4,3. Sans surprise, le lot d'échantillons à 40% de MS est à un pH supérieur autour de 4.7. Rappelons que ce taux de MS plus important induit une difficulté de mise en anaérobiose et donc une persistance de la respiration qui remplace la fermentation donc ralentit la baisse de pH.

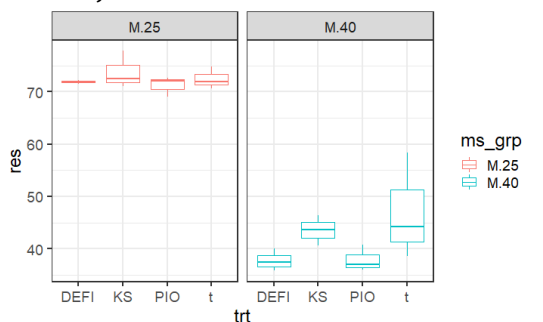
A 70 jours, on retrouve le même phénomène. L'ensemble des échantillons de 25% de MS présentent un pH autour de 4,2. Les échantillons à 40% de MS présentent des taux plus hauts autour de 4.45 sauf pour l'échantillon Pioneer à 4.3. La baisse de pH plus importante des échantillons à 25% de MS et de l'échantillon Pioneer pour 40% de MS sont statistiquement significatifs. D'ailleurs, l'échantillon Pioneer à 40% de MS se situe à un pH statistiquement équivalent aux échantillons à 25% de MS.

En clair, pour favoriser la baisse du pH, notre essai a démontré que le critère essentiel est bien le taux de MS de récolte du fourrage. En revanche, il a démontré aussi qu'un des conservateurs pouvait permettre de compenser ce taux de MS trop haut.

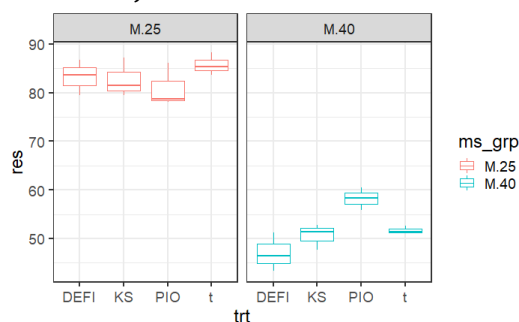
• **Résultats pour l'acide lactique**

Il est fréquent de corrélér la baisse de pH à la variation d'acide lactique.

A 8 jours



A 70 jours



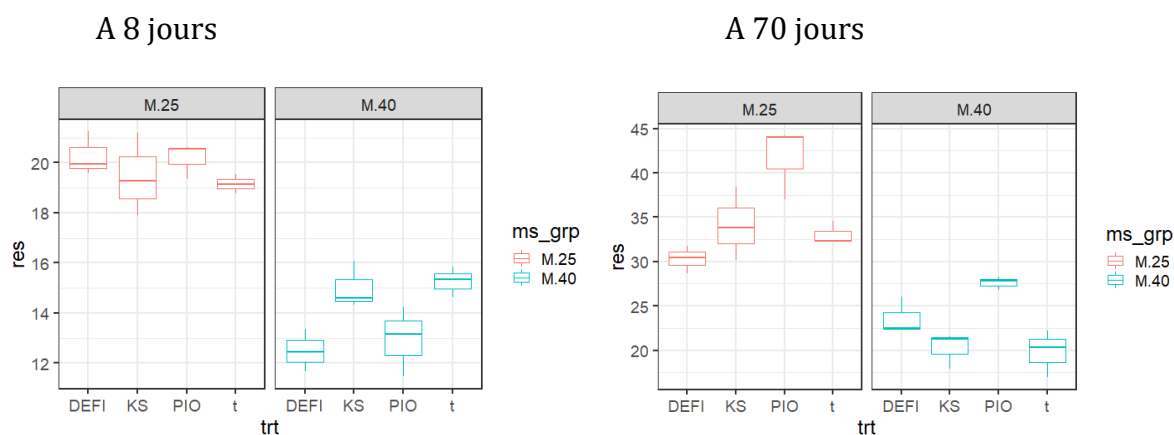
A 8 jours, on retrouve des valeurs statistiquement équivalentes autour de 70,24 g/kg MS d'acide lactique dans les échantillons à 25% de MS contre seulement des valeurs entre 35 et 45 dans le groupe à 40% de MS. En revanche, on identifie une

particularité pour 2 conservateurs Pionner et Defiflor dont les concentrations sont statistiquement encore plus basses que le témoin et le kéfir sauvage.

A 70 jours, les échantillons à 25% de MS présentent un taux équivalent d'acide lactique à 83,26g/kg de MS. Les quantités d'acide lactique sont bien inférieures dans le groupe à 40% MS entre 45 et 60 mais avec une dispersion plus importante et l'échantillon Pionner présentant une valeur significativement plus haute que les autres échantillons à 40% de MS mais en dessous de ceux à 25%.

Les résultats des dosages d'acide lactique sont cohérents avec les résultats du pH.

- **Résultat pour l'acide acétique**



Rappelons que le rôle de l'acide acétique. Il est important au début pour initier la baisse du pH et favoriser la prolifération des bactéries lactiques. Il aura aussi un rôle intéressant à la réouverture du silo pour limiter les développements de moisissures grâce à son effet antifongique. Il participe donc à la stabilité du silo à la réouverture.

A 8 jours, une nouvelle fois, les échantillons à 25% de MS ont des taux significativement supérieurs (autour de 20 g/kg de MS) contre des valeurs entre 12 et 16 pour les échantillons à 40% de MS. Nous identifions un décalage pour les échantillons Pioneer et Defiflor encore statistiquement encore plus bas (autour de 13) que le témoin et le kéfir sauvage (autour de 15).

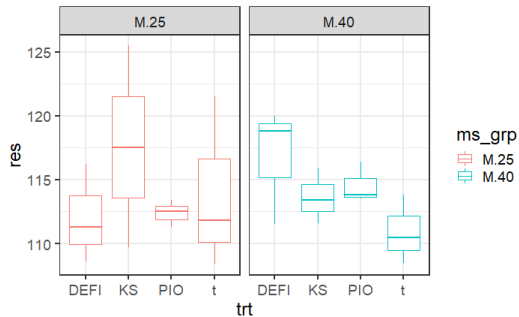
A 70 jours, les résultats sont plus surprenants. A 25% de MS, les valeurs sont toujours statistiquement plus élevées (soit entre 30 et 43 g/kg MS) qu'à 40% de MS (entre 20 et 30) mais avec une différence statistique en faveur des échantillons Pioneer et Kéfir sauvage. A 40% de MS, ce sont finalement Pioneer et Defiflor qui présentent les taux les plus importants d'acide acétique

Ceci peut se résumer en confirmant que la méthode d'ensilage en respectant un bon taux de MS est la meilleure méthode pour assurer une baisse de pH efficace et rapide.

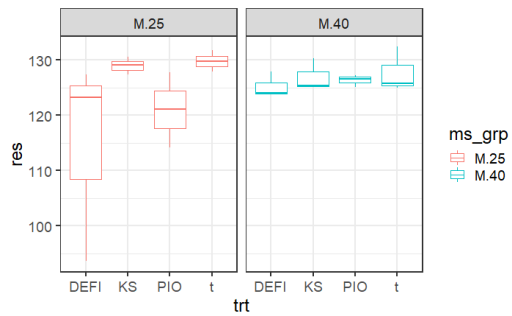
En revanche, une supplémentation en conservateurs donne des résultats positifs dans notre essai dans l'amélioration de la baisse le pH, la production des acides lactiques et acétiques dans une situation moins idéale à 40% de MS.

- **Résultat des MAT**

A 8 jours

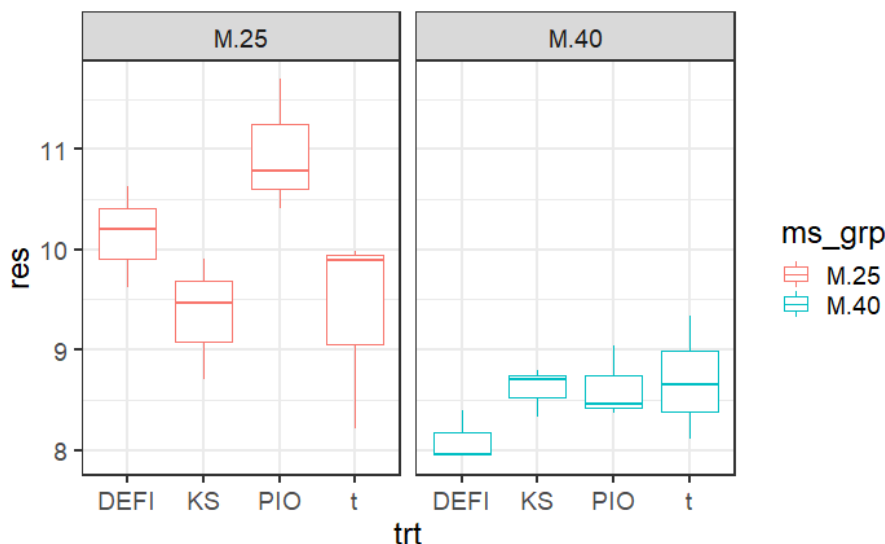


A 70 jours



Les résultats d'analyse de MAT sont très dispersés. Cela rend délicat toute interprétation de ces valeurs. On peut retenir qu'elles sont comparables entre 25% et 40 de MS.

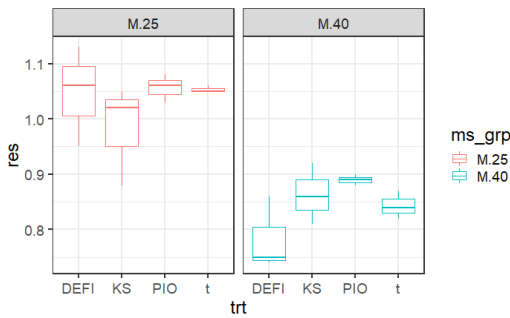
- **Résultat sur l'azote soluble à 70 jours**



Rappelons que l'azote soluble provient de la dégradation des protéines par les protéases végétales surtout dans les premiers temps de création du silo avant descente du pH.

A 70 jours, il y a statistiquement plus d'azote soluble dans les fourrages à 25% MS qu'à 40% ce qui signifie qu'il y a eu une dégradation plus importante des protéines. A 40% MS, les ensilages avec conservateurs Pioneer et Defiflor présente les taux d'azote soluble les plus faibles. Au contraire, à 25%, les échantillons avec l'additif Pioneer ont le plus fort taux d'azote soluble mais il faut rester prudent sur l'interprétation des données vu la dispersion à 25% de MS.

• **Résultat de l'azote ammoniacal à 70 jours**



Rappelons qu'il s'agit là d'une dégradation supérieure encore des acides aminés en ammoniac et AGV notamment par des coliformes. La descente en pH des fourrages riches en sucres comme les Ray grass est suffisante mais lente, soit en 8 jours et laisse un temps de dégradation réel. UN taux inférieur à 5% est considéré correct. L'ensemble des valeurs des échantillons de notre essai étaient en dessous de 1.5%. Il s'agit donc pour tous de résultats très satisfaisants.

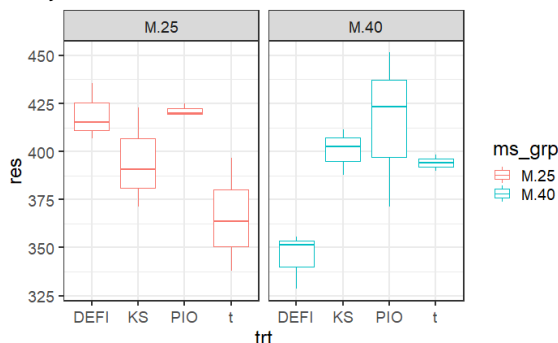
Les résultats sont parallèles à l'azote soluble avec des taux significativement plus haut pour les échantillons à 25% de MS et plus bas à 40%MS avec une baisse encore plus nette pour le défi flor mais pas pour Pioneer qui est même plus haut que le témoin.

Concernant l'azote et sa dégradation, il est encore raisonnable de dire que le taux de matière sèche est l facteur majeur d'influence de la consommation des protéines. Les conservateurs ne présentent pas d'action équivalente et les échantillons Defiflor semblent présenter moins de dégradation à la fois en azote soluble ou ammoniacal.

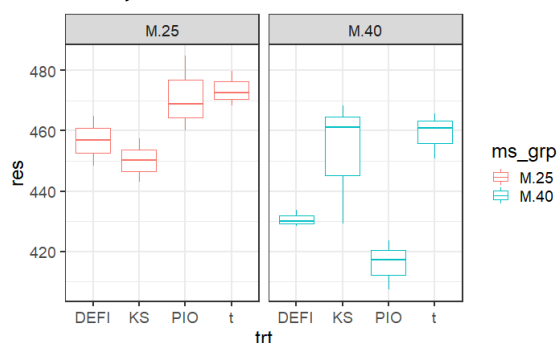
• **Résultat des fibres globales NDF (hémicellulose+ cellulose+ lignine)**

Rappelons qu'il s'agit de l'ensemble des sucres dont les simples comme l'hémicellulose qui pourront être dégradés par les bactéries lactiques pour fabriquer de l'acide et descendre le pH.

A 8 jours



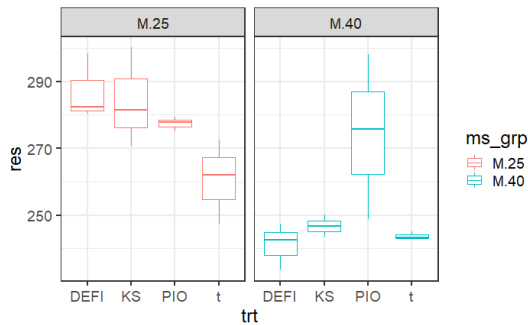
A 70 jours



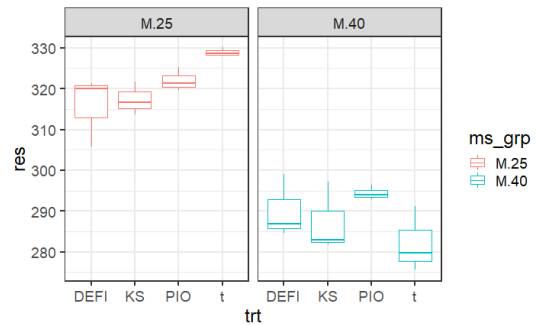
Après 70 jours, les concentrations en NDF sont plus importantes pour les échantillons à 25% MS avec des valeurs plus hautes pour le conservateur Pioneer et le témoin. Au contraire, dans le groupe à 40% MS les échantillons avec conservateurs Pioneer ou Defiflor montrent les taux les plus bas.

- **Résultat pour ADF (cellulose + lignine)**

A 8 jours



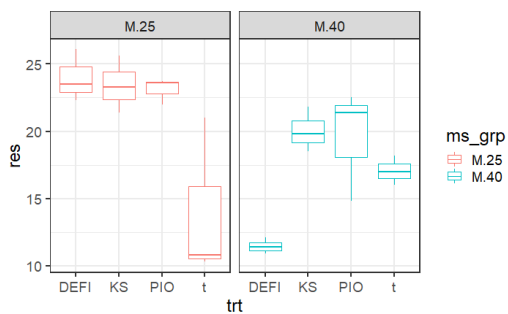
A 70 jours



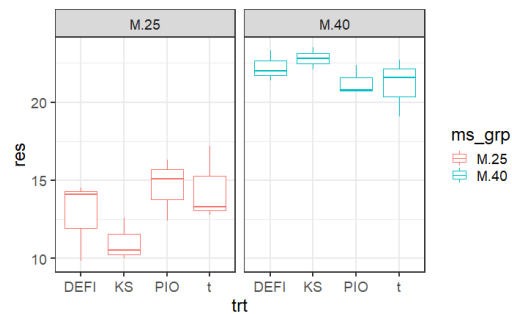
A 70 jours, de la même façon, les concentrations sont plus importantes à 25% de MS qu'à 40% MS. D'ailleurs, ce sont les échantillons témoins qui présentent le meilleur résultat à 25% de MS mais les plus mauvais à 40%.

- **Résultat pour ADL (lignine)**

A 8 jours



A 70 jours



La lignine est globalement peu digérée et reste à des taux assez faibles avec une représentation plus faibles pour les fourrages à 25%.

En conclusion, pour répondre à notre question sur l'intérêt des inocula sur la conservation des fourrages, il est clairement montré dans cet essai que la variable majeure influant sur la qualité est le taux de matière sèche à la récolte. Le pH des ensilages de fourrages à 25% de MS est significativement plus bas qu'à 40%, et ceci se retrouve dans le dosage d'acide lactique. On pourrait donc s'attendre à une meilleure conservation de l'ensilage à 25% MS (rappelons qu'ici il s'agit plus de 28%). En revanche, à 70j, les taux d'azote soluble et ammoniacal des ensilages à 25%MS sont plus importants qu'à 40% MS. Malgré la baisse de pH, il y a eu une plus grande consommation des protéines à 25% qu'à 40%, soit une protéolyse plus importante abaissant la qualité nutritive. Concernant les inoculas, on constate des différences significatives par rapport au témoin avec un impact sur la conservation ou la stabilité.

Les inocula ou kéfir commerciaux ou sauvages sont-ils équivalents en terme d'efficacité ?

Dans le cadre de nos essais, rappelons qu'il était testé 3 inoculas par rapport à un témoin. L'action bénéfique ou au contraire négative parfois des inoculas est variable selon leur nature.

Pioneer, l'inoculum commercial à formule hétérofermentaire, induit une amélioration des conditions de pH et d'acide lactique de l'ensilage à 40% MS plus limitée que le témoin à 8j mais nettement meilleure à 70j. La baisse de pH n'est pas rapide mais meilleure. Il améliore aussi le taux d'acide acétique à 70 j à 25% ou 40 de MS donc la stabilité. L'effet sur la conservation de l'azote protéique est incertain avec une aggravation à 25% mais une légère amélioration à 40%. La NDF est plus faible que le témoin sans que l'ADF et l'ADL soient significativement différentes, ainsi on peut en déduire que l'inoculum diminue significativement la concentration en hémicellulose du fourrage sûrement à cause d'une activité bactérienne accrue. Ceci engendre donc une diminution de la valeur fourragère.

Nous pouvons conclure que l'usage de l'inoculum commercial Pioneer dans une situation plutôt défavorable comme un taux de MS à 40% peut présenter des avantages pour sécuriser conservation et stabilité. Son action semble bien due à la flore hétérofermentaire vue l'évolution entre 8j et 70j de l'acide acétique.

L'inoculum de Défilor ralentit vraisemblablement l'activité bactérienne du fourrage en début de fermentation, car sa concentration en acide acétique est plus faible avec un impact négatif sur la diminution du pH en condition plus humide. Cet inoculum n'est pas pertinent pour favoriser la conservation. En revanche, l'usage du defiflor montre le taux le plus faible d'azote soluble ou ammoniacal à 40% de MS à 70j ce qui montre un effet sur la qualité. Concernant la stabilité, le taux d'acide acétique est le plus faible à 8j pour 40% de MS mais plus important que le témoin à 70j. On peut donc s'attendre à une meilleure stabilité. Une ADF plus faible est observée en condition plus humide, c'est-à-dire une diminution de la concentration en cellulose sachant que l'ADL n'est pas impactée (pas d'effet sur la lignine).

En conclusion, le Defiflor aura plus un usage sur la stabilité ou la qualité mais sans impacter la conservation. De la même façon, il semble que ce soit la flore hétérofermentaire qui induise cette action.

Concernant le kéfir sauvage, notre essai ne démontre pas de d'effets intéressants par rapport au témoin. Les effets observés sont peu favorables à un bon ensilage, car cet inoculum amène à une diminution de pH plus lente à 8 jours de fermentation et on observe une perte de NDF en fin de fermentation, donc une perte de valeur fourragère. Seule une amélioration de l'acide acétique est observable à 8j à 40%MS mais pas à 70j.

Notre essai n'est donc pas concluant sur l'efficacité du kéfir sauvage. Nous avons démontré dans une autre action du projet que les inoculums de kéfir sauvage ont des dosages très variables entre 40 millions UFC/ mL à 380 000 UFC/mL selon l'origine. Or il faut apporter au moins 10 000 UFC/g de matières fourragères. Si le kéfir sauvage utilisé à Derval était dans la fourchette basse, sa concentration n'est pas suffisante pour être efficace. Il aurait été intéressant de l'analyser pour connaître sa concentration.

Est-il simple d'utiliser des conservateurs vivants pour sécuriser les ensilages ?

Pour cela, une expérimentation chez des agriculteurs a été réalisée en comparant un ensilage témoin et un ensilage avec un conservateur soit kéfir sauvage soit pioneer soit defiflor. Il était prévu 6 élevages en 44/49 et 9 en 53. Tous n'ont finalement pas pu être analysés.

C'est un petit échantillon avec beaucoup de différences.

Les parcelles ensilées étaient de composition variable : du ray gras anglais, de la fétuque, des mélanges RGI/ trèfle/ fétuque et de nombreux méteils aux compositions diverses. La composition initiale impacte les conditions de qualité et conservation de l'ensilage en fonction de la MS mais aussi sur la composition de la flore épiphyte qui peut varier de 1000 à 10 millions UFC/g de fourrage. Rappelons que la quantité de flore épiphyte va influencer sur l'impact des inocula.

La provenance et la conservation du kéfir était diverse avec des âges différents. Certains avaient été congelés pas d'autres.

Enfin, les dates de récolte et les lieux sont variables ce qui peut induire aussi des différences de MS.

Or nous avons démontré que le facteur de variation majeur pour de nombreux paramètres est bien le % de MS initial. De telles différences de réalisation amènent une grande variabilité qui limite la comparaison statistique des différents élevages entre eux. De plus, à l'intérieur de chaque élevage, plusieurs modalités de réalisation ont été employées en fonction des disponibilités et organisations chez les éleveurs qui rendent les conditions mêmes différentes entre les lots.

Un premier biais concerne l'incorporation des inocula : certains éleveurs ont pu l'incorporer à la machine ce qui permet une diffusion régulière, d'autres ont dû pratiquer à l'arrosoir ce qui induit une irrégularité dans l'apport de kéfir par g de matière fourragère.

Un deuxième biais concerne la réalisation des 2 échantillons :

- en 2 tas différents : sachant que chaque silo d'ensilage évolue différemment, cela induit des conditions de conservation potentiellement différentes
- 2 parties différentes de silo assez éloignées : cela signifie que l'ensilage sera réalisé avec des parcelles différentes ce qui induit une composition différente voire un degré de MS différent qui peut influencer fortement l'évolution de l'ensilage
- des sachets : c'est la méthode qui permet le plus de régularité et qui avait été employée dans l'expérience précédente.

Ces très nombreuses différences dans l'expérimentation en fermes induisent une variabilité très importante des paramètres et malheureusement trop importante pour pouvoir démontrer des effets significatifs dans le cadre de notre expérimentation.

ⁱ <https://www.reussir.fr/lait/conservateurs-quoi-de-linteret-economique-pour-lensilage-dherbe> : 3 mars 2020, publié par E.B., Réussir lait (consulté le 23/05/2022)

<https://www.arvalis-infos.fr/les-conservateurs-d-ensilage-d-herbe-comment-ca-marche--@/view-27210-arvarticle.html>, (consulté le 23/05/2022)

Bonnes pratiques de fabrication de l'ensilage pour une meilleure maîtrise des risques sanitaires, rapport AFSSA, Coordonnateurs de rédaction Sandrine Valentin, Coordination éditoriale Carole Thomann, Janvier 2004

Valeurs nutritive et alimentaire des fourrages selon les techniques de conservation : foin, ensilage, enrubannage, C. Demarquilly, JP Dulphy, JP Andrieu, INRA Theix, Fourrage (1996) 156,349-369

Composition chimique, digestibilité et ingestibilité des fourrages européens exploités en vert C. Demarquilly, J. Andrieu, HAL, 1/01/1992