



# Analyse de l'essai date d'ensilage

04/08/2021, Simon Giuliano, Pierre Rivière, Domitille Cribier, GAEC Saint Hubert, EARL Cormerais frères, GAEC Malabrit

COVALIENGE

## Objectifs

Les objectifs de cet essai sont :

1. de déterminer la date d'ensilage optimale pour différents maïs populations dans différents lieux. Les pratiques (date d'ensilage) mises en œuvre sur chaque ferme sont-elles adaptées au système ?
2. de relier cette date d'ensilage optimale à des critères visuels «facilement» identifiables (aspect des plantes, stade moyen du grain,...)

## Méthode

### Dispositif expérimental :

Différentes variétés ont été évaluées dans différents départements ou régions et différentes années.

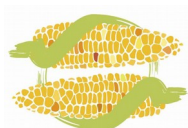
Chacune des variétés est conduite selon les pratiques classiques de l'agriculteur. Des échantillons d'ensilage sont réalisés à trois dates distinctes :

- J-10 avant la « date théorique » d'ensilage
- Jour J de la date d'ensilage
- J+5 après la date d'ensilage

Au total, il y a eu 15 échantillons analysés (3 dates × 5 modalités i.e. couple variété-année)

**Tableau 1. Année, variétés, lieu et modalité dans les essais.**

Année	Variétés	Département	Modalité
2018	Portuffec	Indre	J-10
2018	Portuffec	Indre	J
2018	Portuffec	Indre	J+5
2018	Mélange des blancs	Loire-Atlantique	J-10
2018	Mélange des blancs	Loire-Atlantique	J
2018	Mélange des blancs	Loire-Atlantique	J+5
2019	Poromb	Loire	J-10
2019	Poromb	Loire	J
2019	Poromb	Loire	J+5
2019	Agurtzan	Loire-Atlantique	J-10
2019	Agurtzan	Loire-Atlantique	J
2019	Agurtzan	Loire-Atlantique	J+5
2020	Agurtzan	Loire-Atlantique	J-10
2020	Agurtzan	Loire-Atlantique	J
2020	Agurtzan	Loire-Atlantique	J+5



COVALIENGE

Ce projet (2018-2021) bénéficie du concours  
du ministère de l'agriculture et de l'alimentation  
(CASDAR) sous convention AAP n° 5714



Avec  
la contribution  
financière du compte  
d'affectation spéciale  
développement  
agricole et rural  
CASDAR

  
**MINISTÈRE  
DE L'AGRICULTURE  
ET DE L'ALIMENTATION**  
*Liberté  
Égalité  
Fraternité*

Chaque variété est cultivée dans un seul lieu une seule année.

## Mesures :

A chaque stade, les mesures suivantes sont réalisées :

- Observation de l'aspect des plantes
- Prélèvement de 10m<sup>2</sup> de plantes : broyées puis congelées puis envoyées au laboratoire pour une analyse ensilage complète.

À noter que des J+5 théoriques allaient de J+5 à J+15.

Les résultats issus des analyses d'ensilage complète ont ensuite été analysés par des outils statistiques (analyses de variance et analyse multivariée - cf. Annexe).

## Résultats

### Analyse sur chaque ferme

Le taux de Matière Sèche varie de 22.6 à 49.8 %. Des maïs qui « s'humidifient » au cours du temps laissent supposer un problème d'échantillonnage (ex : prélèvement très tôt le matin à J+5 alors que de la rosée est présente sur la plante : c'est une eau qui n'est pas « physiologique » dans le maïs et qui n'aura pas la même fonction dans la conservation de l'ensilage).

La dMO varie de 53.1 à 82.

Les UFL (énergie) varient de 1 (résultat exceptionnel) à 0.71 (qualité médiocre).

Les MAT varient de 42 à 135.

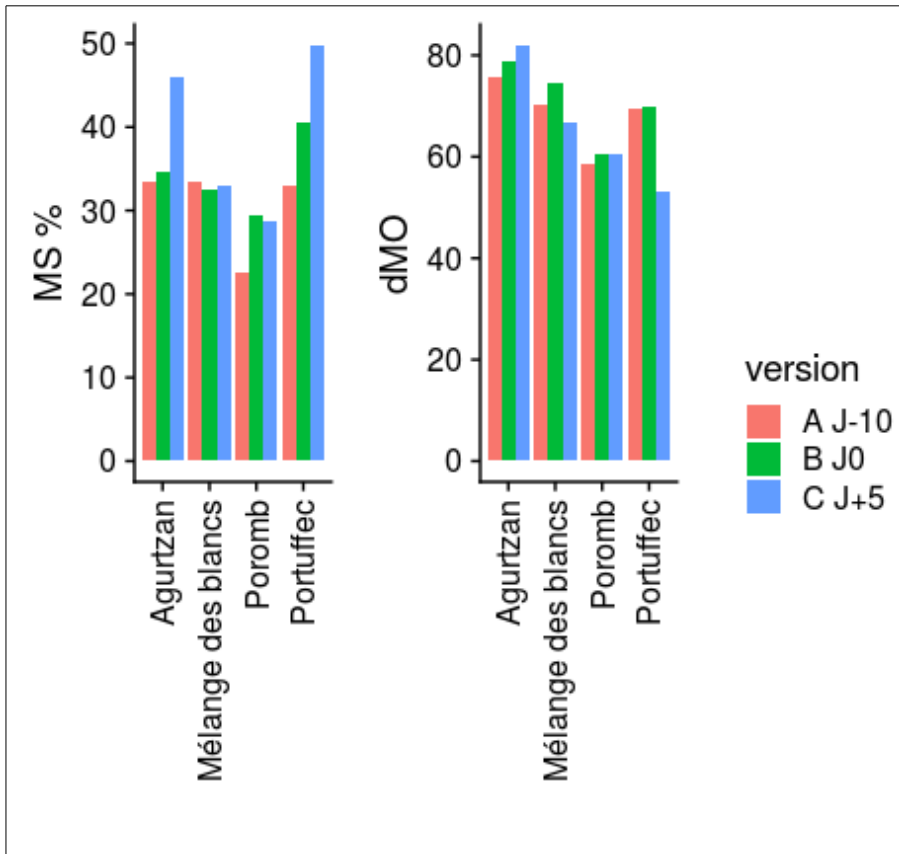
L'amidon varie de 1 à 380. En théorie, le taux d'amidon augmente au cours du temps, ce qui n'est pas le cas ici pour tous les sites.

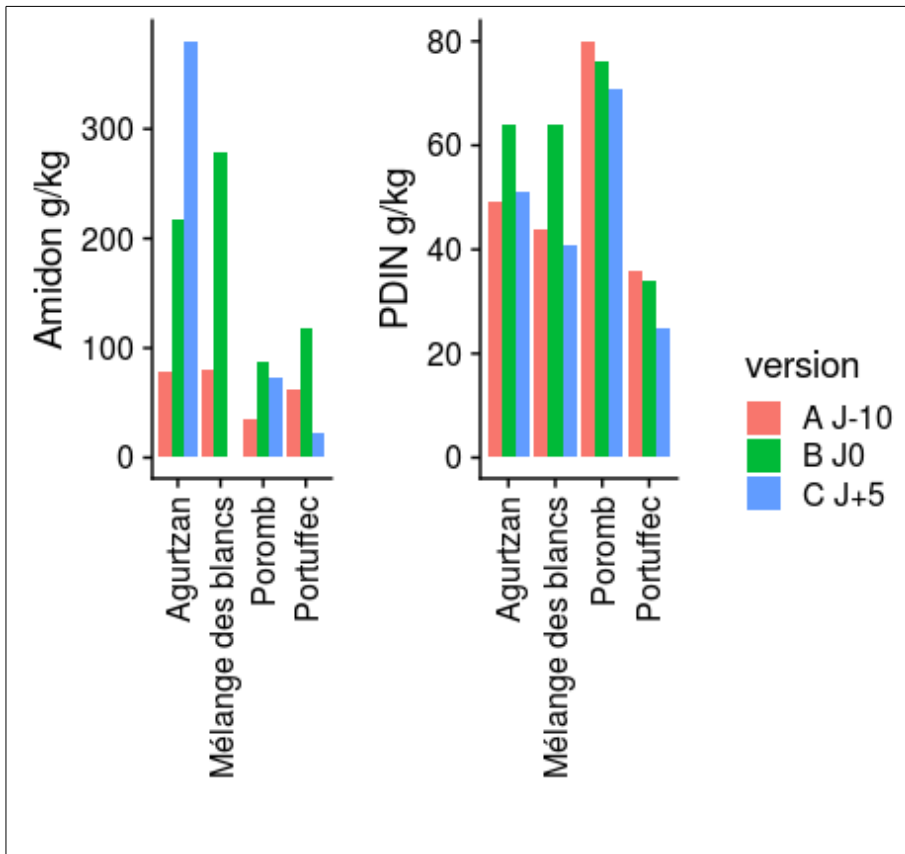
Le PDIN varie de 25 à 80.

Année	Variété	Dpt	Modalité	Date	MS brut	dMO sec	UFL kg	MAT sec	Amidon g/kg	PDIN g/kg
2019	Agurtzan	44	A J-10		33.5	75.7	0.96	81.4	78.1	49
2019	Agurtzan	44	B J0		29.6	73.8	0.99	105.0	67.2	64
2019	Agurtzan	44	C J+5		35.9	77.5	1.00	85.2	222.0	51
2020	Agurtzan	44	A J-10	06/09/2020 (J-5)	27.6	71.4	0.89	65.0	1.0	39
2020	Agurtzan	44	B J0	11/09/2020	34.7	78.7	0.93	64.0	217.0	38
2020	Agurtzan	44	C J+5	16/09/2020 (J+5)	45.9	82.0	0.98	69.0	380.0	42
2018	Mélange des blancs	44	A J-10		33.4	70.2	0.89	72.6	81.0	44
2018	Mélange des blancs	44	B J0		27.5	63.4	0.84	82.5	115.0	50
2018	Mélange des blancs	44	C J+5		32.9	66.6	0.85	68.0	NA	41
2019	Mélange des blancs	44	B J0		32.4	74.5	0.99	106.0	279.0	64
2019	Poromb	42	A J-10	10/09/2019 (J-7)	22.6	58.4	0.91	135.0	35.5	80
2019	Poromb	42	B J0	17/09/2019	29.5	60.5	0.92	127.0	86.8	76
2019	Poromb	42	C J+5	23/09/2019 (J+6)	28.7	60.7	0.91	119.0	73.6	71

2019	Portuffec	36	A J-10	09/09/2019 (J-10)	32.9	69.6	0.86	59.9	61.9	36
2019	Portuffec	36	B J0	19/09/2019	40.5	69.7	0.86	56.7	118.0	34
2019	Portuffec	36	C J+5	04/10/2019 (J+16)	49.8	53.1	0.71	42.0	23.0	25

Quelques graphiques qui reprennent les données du tableau :





## Effets des variétés, années et lieux (objectif n°2)

Pour chaque variable et chaque effet, probabilité que l'effet soit significatif.

En dessous de 5%, on considère que l'effet est significatif. Plus il y a d'étoiles, plus l'effet est significatif.

	variété	lieu	modalité	variété x modalité	lieu x modalité
ADF (g/kg)	0.01 **	0.01 **	0.77	0.26	0.35
ADL (g/kg)	0 **	0 **	0.86	0.42	0.33
Amidon (g/kg)	0.46	0.26	0.17	0.59	0.37
Cellulose.Infra (g/kg)	0.02 **	0.03 **	0.8	0.26	0.42
Digest cell MO	0 **	0.01 **	0.92	0.35	0.36
MAT (g/kg)	0 **	0 **	0.74	0.94	0.8
MS (%).	0.06	0.03 **	0.12	0.62	0.51
Matière Minérale (g/kg)	0.01 **	0.12	0.94	1	0.98
NDF..sur.sec(g/kg)	0.01 **	0.01 **	0.73	0.2	0.33
Sucres.Solubles..sur.sec(g/kg)	0.04 **	0.05	0.31	0.11	0.71
UFL (kg)	0.02 **	0.03 **	0.8	0.62	0.56
UFV (kg)	0.03 **	0.03 **	0.64	0.68	0.47
PDIN(g/kg)	0 **	0 **	0.72	0.95	0.82

PDIE(g/kg)	0.05	0.03 **	0.79	0.84	0.76
PDIA(g/kg)	0 **	0 **	0.65	0.92	0.77
UFL sur aliment (kg)	0.15	0.18	0.18	0.7	0.83
UFV sur aliment (kg)	0.14	0.2	0.25	0.71	0.76
PDIN sur aliment (g/kg)	0.08	0.03 **	0.42	0.9	0.99
PDIE sur aliment (g/kg)	0.4	0.41	0.13	0.74	0.81
PDIA sur aliment (g/kg)	0.06	0.03 **	0.31	0.87	0.87
dNDF sur aliment	0 **	0.01 **	0.94	0.66	0.72
DINAG sur aliment	0.05	0.07	0.78	0.68	0.54
UEL (kg)	0.21	0.29	0.42	0.88	0.93
UEB (kg)	0.19	0.2	0.24	0.86	0.93

L'effet modalité n'est jamais significatif, ce qui signifie que l'analyse statistique n'a pas permis de déterminer, quelque soit le lieu ou la variété, de stade ensilage optimal pour aucune des variables. De la même manière, il n'y a aucune combinaison *variété × modalité* ou *lieu × modalité* qui est significatif quelque soit la variable considérée.

Il y a une différence selon le lieu pour 15 variables sur 25 variables au total.

Il y a une différence selon la variété pour 13 variables sur 25 variables au total.

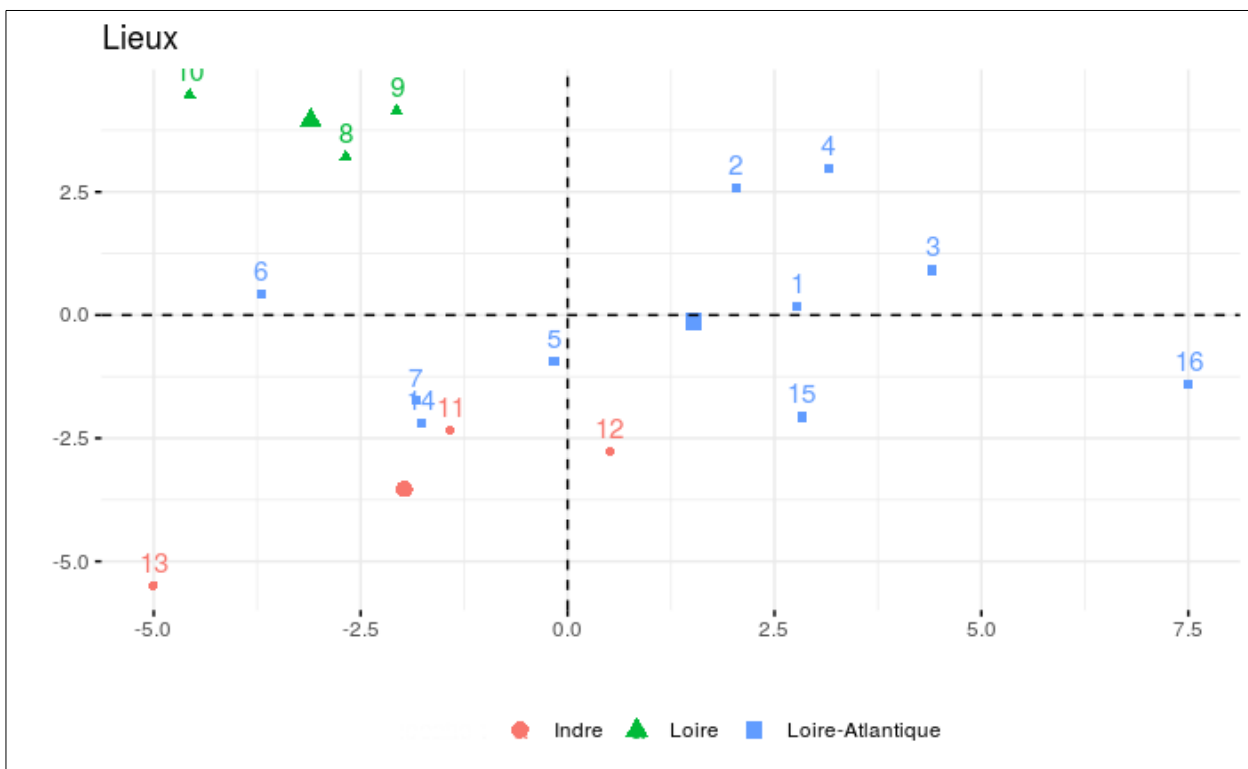
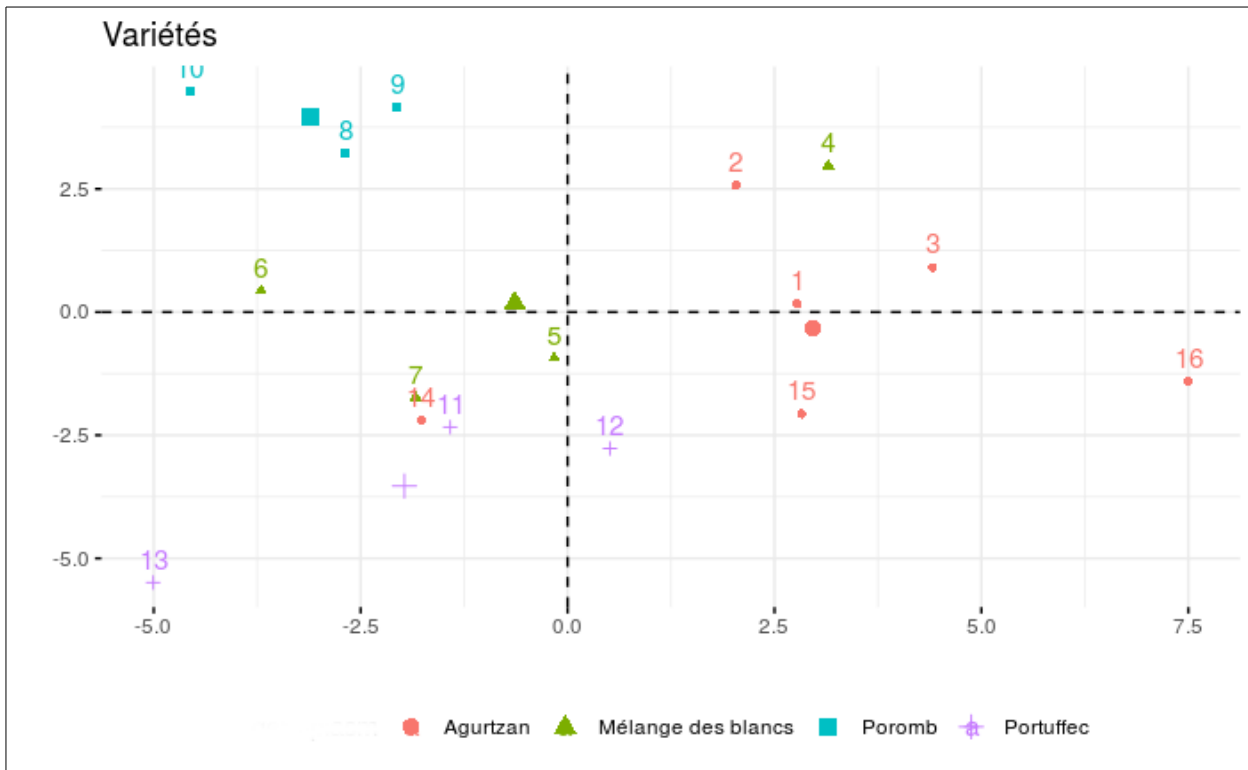
Mais ces deux effets étant confondus, il est impossible de conclure.

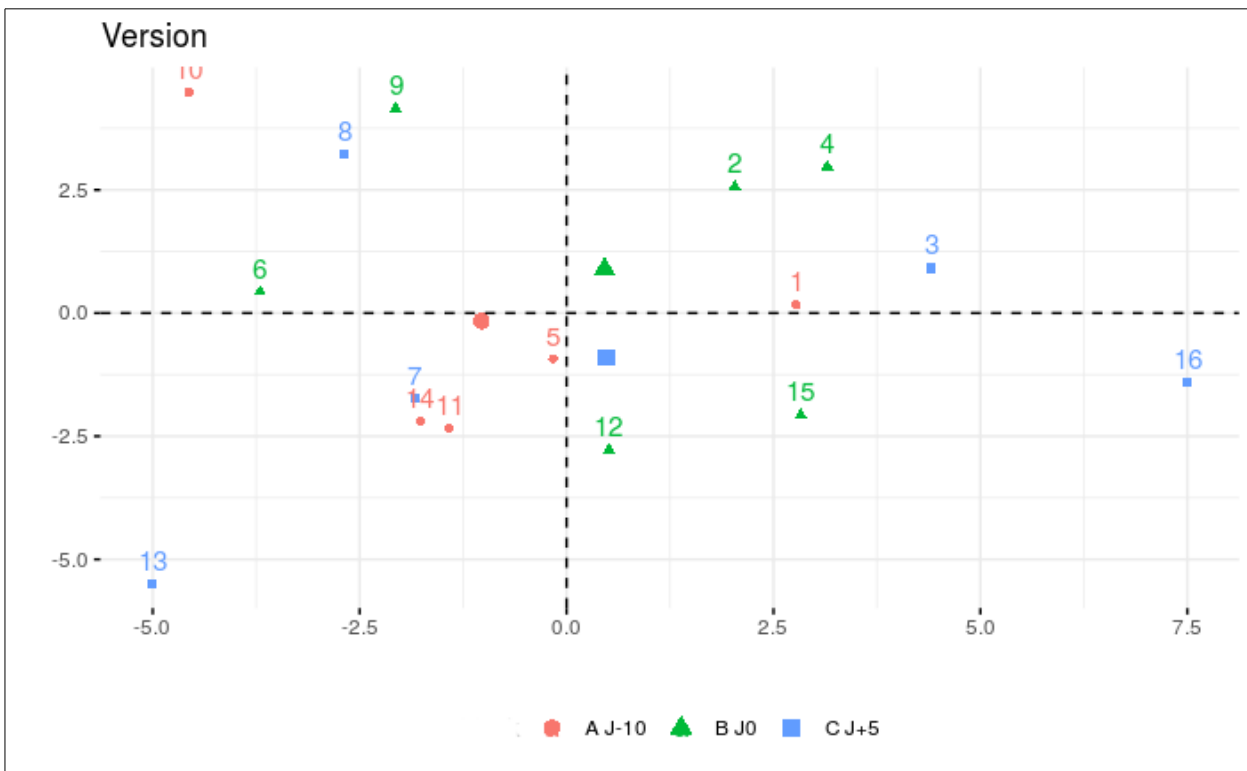
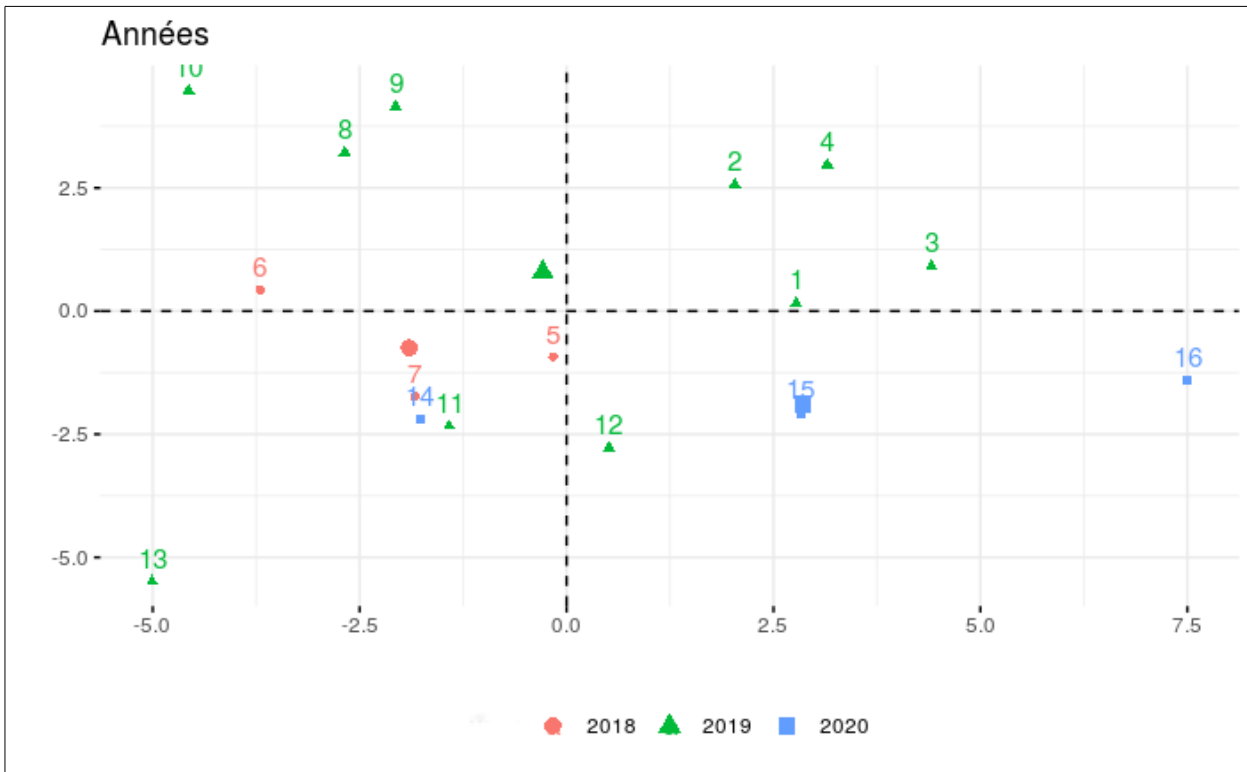
Pour aller plus dans le détail, ci-dessous les résultats pour six variables d'intérêt :

- la teneur MS qui est un indicateur notamment d'une bonne digestibilité du fourrage (l'optimum pour les maïs hybrides est de 32-35%) ;
- la dMO, en lien avec la digestibilité, est importante et doit se situer entre 70 (récolte trop tardive) et 73 (récolte précoce, maïs très concentré en énergie, risque d'acidose pour les vaches sauf si ration très complétée en herbe ou autre fourrage) ;
- les UFL qui est un indicateur de la valeur énergétique du fourrage. Une valeur de 1 est optimale mais peut indiquer une récolte trop tardive (maïs trop concentré en énergie). Au-dessus de 0.9, c'est un bon maïs ; en dessous de 0.85 ça commence à être très moyen (maïs très fibreux, avec peu d'énergie) ;
- les MAT (Matières Azotées Totales) indiquent la qualité protéique du fourrage. Elles doivent se situer entre 60 et 80 g/kg. En dessous, il y a une vraie carence en azote dans la parcelle ou une récolte tardive. Au-dessus, il y a eu un rendement faible sur la parcelle et/ou une récolte précoce ;
- l'amidon, dont la teneur doit se situer idéalement entre 270 et 350 g/kg de matière sèche ;
- les PDIN (azote) : de 80 (valeur très élevée) à 25 (valeur très faible), avec un optimum autour de 50.

## Analyse multivariée

L'objectif est ici d'analyser le lien entre les variables mesurées pour étudier les points communs et les différences entre les échantillons analysés.





Ces graphiques représentent les similitudes entre les échantillons. Un échantillon est représenté par un point sur le graphique. Plus les points sont proches et plus ils sont similaires.

Les données se structurent par variété ou lieux, les deux étant confondus, on ne peut pas conclure sur l'effet de la variété ou du lieu. Agurtzan en Loire Atlantique est caractérisé par des valeurs de dMO et d'amidon élevées.

Les données ne se structurent pas par année ou par version.

Ces résultats sont cohérents avec les analyses de variances présentées précédemment avec des lieux et variétés présentant des différences significatives pour certaines variables.

## Discussion

### Qualité des données et des analyses

De manière générale, il a été compliqué de faire le prélèvement de plantes à J+10 de manière homogène à différents endroits de la parcelle. En effet, seule une petite surface a pu être laissée après le passage de l'ensileuse.

Aucune répétition n'a été faite au niveau des prélèvements en 2018 et 2019. Aussi la rencontre de 2019 a permis d'en discuter et de s'accorder pour suivre le même protocole qu'en 2019 mais avec si possible deux prélèvements et analyses par date pour éviter des choses étranges telle une « humidification » du fourrage alors que les stades avancent ou des valeurs d'amidon qui font le "yoyo" alors qu'en théorie elles doivent augmenter au cours du temps.

Au niveau des pratiques d'échantillonnage, elles ont été discutées afin d'être améliorées, par exemple il faut être vigilant au moment du prélèvement de l'échantillon pour que la rosée soit partie.

### Date d'ensilage optimale

L'objectif était de générer des données pour chaque ferme, sans prétention de tirer des conséquences plus larges au niveau du réseau de fermes. Cela permet de remarquer, qu'au niveau d'une ferme une année donnée :

- il y a du très très bon (Agurtzan 2019 FD CIVAM), du correct et du médiocre.
- de fortes différences de qualité sont observées entre stades pour une même variété-lieu
- la date d'ensilage réalisée n'est pas toujours celle qui obtient les meilleurs résultats: par exemple J+5 pour Agurtzan 44 en 2019, J-10 pour Portuffec ARDEAR en 2019

Afin de profiter au maximum des données récoltées, une analyse plus large a été menée afin d'essayer d'étayer quelques hypothèses. Ces analyses sont imparfaites car de nombreux effets sont confondus mais elles permettent de poser l'hypothèse suivante : il y a un effet variété ou lieu qui se dégage sur plusieurs variables.

Cette hypothèse, pour être vérifiée, nécessiterait de mettre en place un essai dédié en augmentant le nombre de variétés/lieux évaluées.

Ces résultats sont à replacer dans le contexte de l'utilisation du maïs dans les fermes : le maïs population est utilisé pour une partie seulement de la ration qui est majoritairement basée sur l'herbe. L'ensilage de maïs population est donc un « filet de sécurité » pour l'essentiel des fermes du réseau. Ainsi, il serait intéressant d'analyser les rations complètes sur toute l'année dans les fermes utilisant du maïs population afin de repositionner la place du maïs ensilage dans l'alimentation du troupeau.

Le maïs population donne de la souplesse dans la gestion de la ration : il peut être récolté plus ou moins tard sans trop d'impact sur la ration des vaches. Ce raisonnement ne serait pas le même si la ration était à 80% composée de maïs : dans ce cas, la date de récolte serait importante pour avoir un taux de matière sèche optimal.

Il a été observé que la richesse en cellulose et matières fibreuses évite au tas d'ensilage de couler.

### Lien entre dates d'ensilage et critères visuels

Il était impossible d'essayer de relier les dates d'ensilage à des critères visuels « facilement » identifiables : aucune donnée quantitative n'a été mesurée qui permette de réaliser d'éventuels liens. En effet, les données mesurées sur les fiches étaient très hétérogènes et qualitatives.

De fait, le second objectif n'a pas pu être atteint car le protocole n'était pas adapté et le nombre d'échantillons analysés est resté insuffisant.



## Un intérêt du collectif limité

Peu de fermes ont souhaité participer à cette expérimentation et peu d'échanges ont eu lieu entre les fermes impliquées. De ce fait, la portée des résultats reste limitée et les discussions n'ont pas pu être enrichies de points de vue croisés. Néanmoins, cette expérimentation a servi d'outil d'animation et de discussion dans la Loire-Atlantique, notamment pour questionner les usages du maïs dans les différentes fermes du collectif.

## Perspectives

Les résultats ont été mis en discussion avec les agriculteurs et les membres du projet lors du comité de pilotage final de Covalience (8 juin 2021).

Les agriculteurs ont souligné l'importance de prendre en compte les systèmes d'exploitation dans lesquels les maïs population sont utilisés en ensilage. En effet, dans la plupart des fermes où il est utilisé, le maïs ensilage est un complément d'une ration majoritairement basée sur l'herbe ou le pâturage. Le maïs ensilage est là pour apporter de la souplesse au système fourrager, c'est un «filet de sécurité» au cas où la pousse de l'herbe ne serait pas suffisante. Du fait de ce rôle de complément, l'enjeu autour de la qualité de l'ensilage reste limité.

Par ailleurs, la souplesse des maïs population est en partie révélée avec cette étude puisque, pour les trois dates prélevées, l'évolution de la qualité du fourrage reste limitée pour la plupart des indicateurs, notamment les UFL pour trois des quatre variétés.

Aussi, la perspective issue du projet Covalience est de ne pas s'intéresser uniquement au maïs mais plus globalement à l'ensemble des systèmes dans lesquels s'insère le maïs population : système fourrager dans les fermes qui produisent du maïs ensilage, place du maïs population dans les systèmes de culture (en quoi le maïs population fait-il évoluer les pratiques culturales ?).

### Document réalisé dans le cadre du projet COVALIENCE

*Simon Giuliano, Pierre Rivière, Domitille Cribier, GAEC Saint Hubert, EARL Cormerais frères, GAEC Malabrit (2021). Analyse de l'essai date d'ensilage. Projet Casdar COVALIENCE. 10 pages*

Contact mail auteurs : [simon.giuliano@purpan.fr](mailto:simon.giuliano@purpan.fr)

<http://itab.asso.fr/programmes/re-covalience.php>

## Annexe

### Analyses

Les anovas (analyses de variance) suivantes ont été réalisées afin d'évaluer l'effet des facteurs testés dans l'expérimentation :

$$\text{variabl } e_i = \mu + \text{variété } \epsilon_i + \epsilon_{ij}$$

$$\text{variabl } e_i = \mu + \text{lieu } u_i + \epsilon_{ij}$$

$$\text{variabl } e_i = \mu + \text{modalité } \epsilon_i + \epsilon_{ij}$$

$$\text{variabl } e_i = \mu + \text{variété } \epsilon_i \times \text{modalité } \epsilon_j + \epsilon_{ij}$$

$$\text{variabl } e_i = \mu + \text{lieu } u_i \times \text{modalité } \epsilon_j + \epsilon_{ij}$$

Avec la modalité, la date d'ensilage J-10, J et J+5.

Ces anovas ont permis d'estimer respectivement des effets lieu, variété, modalité, variété  $\times$  modalité et lieu  $\times$  modalité pour chacune des variables mesurées.

De nombreux effets étant confondus, notamment lieu et variété, des anovas avec plus de facteurs n'ont pas pu être menées. Ces analyses donnent donc des tendances et permettent de formuler des hypothèses sur d'éventuels effets mais ne permettent pas de conclure.

Les résultats sont regroupés dans un tableau.

Une ACP (Analyse en Composantes Principales) a également été réalisée sur l'ensemble des variables.