

## Rapport des essais 2021 de la ferme expérimentale de Mapraz (GE)



Figure 1: Pois chiche

Située à Thônex (GE) la ferme expérimentale de Mapraz sert à l'expérimentation en grandes cultures bio sans bétail depuis 1999. Ce projet est géré par AGRIDEA en collaboration avec le FiBL et financé par [le fonds COOP pour le développement durable](#).

Sur ses 5 ha, de nombreux essais ont été réalisés et documentés. La particularité de ce domaine est qu'aucun engrais n'a été apporté depuis 20 ans. La fertilité du sol et la nutrition des plantes sont assurées uniquement par les résidus de cultures, les couverts végétaux et la rotation culturale longue contenant une part importante de prairies et de légumineuses.

Durant l'année 2021, différents essais en grandes cultures biologiques ont eu lieu : culture relais blé-soja, essais variétaux soja et pois chiche, association maïs-haricots alimentaires et maïs population. En raison de cette saison particulièrement froide et pluvieuse, le semis des cultures de printemps a été repoussé au 15 juin et certaines cultures n'ont pas pu être récoltées. Tous les essais ont été réalisés en bandes sans répétitions et ne sont donc pas exploitables statistiquement.

## Table des matières

1	Essai culture relais blé-soja .....	3
1.1	Contexte .....	3
1.2	Dispositif expérimental .....	3
1.3	Résultat .....	4
1.4	Discussion & conclusion .....	4
2	Essai variétal pois chiche.....	5
2.1	Contexte .....	5
2.2	Dispositif expérimental .....	5
2.3	Résultats.....	5
2.4	Discussion & conclusion.....	9
3	Essai variétal soja.....	9
3.1	Contexte .....	9
3.2	Dispositif expérimental .....	10
3.3	Résultats.....	10
3.4	Discussion & conclusion.....	12
4	Maïs population et association maïs haricot alimentaire.....	13
4.1	Contexte .....	13
4.1.1	Les maïs populations, de quoi parle-t-on ?.....	13
4.1.2	Maïs haricots .....	14
4.2	Dispositif expérimental .....	14
4.3	Résultats.....	14
4.4	Discussion & conclusion.....	15
5	Remerciements .....	15

# 1 Essai culture relais blé-soja

## 1.1 Contexte

La culture relais, ou relay intercropping en anglais, est le fait de cultiver deux cultures principales sur la même surface la même année en implantant par exemple une culture de printemps dans une culture d'automne. En général, c'est l'association blé-soja qui est la plus utilisée, notamment aux USA. En Suisse, cette technique n'en est qu'à ses débuts et est en cours d'expérimentation à différents endroits ([projet Agrofutura](#) et travaux de Bachelor HAFL).

Cette technique novatrice s'inscrit dans le cadre des nouvelles normes d'affouragement des ruminants. Dès 2022, le fourrage devra être uniquement Bourgeon suisse et les concentrés réduits à 5%. Cela va provoquer une hausse de la demande en fourrages grossiers et concentrés protéinés.

La culture relais céréales-soja est une solution possible pour augmenter la surface de soja cultivée sans trop réduire la surface de céréales. Cela permettrait également de limiter la concurrence entre cultures alimentaires et fourragères. Il n'est toutefois pour l'instant pas possible de toucher les paiements directs pour la céréale et le soja la même année.

En 2020, un essai de culture relais blé-soja a eu lieu à Mapraz et a permis d'identifier le potentiel et surtout les difficultés de la méthode. Les petits rendements (15 dt/ha pour le blé et 1,7 dt/ha pour le soja) étaient en partie dus au plan de semis. En effet, lors du semis du soja, 16 % des lignes de blé ont été écrasés par le tracteur et lors de la moisson du blé, 28% des rangs de soja ont été écrasés par la batteuse. Le rapport complet de 2020 peut être [téléchargé sur le site d'AGRIDEA](#).

En 2021, un plan de semis différent a été mis en place pour éviter ces pertes par écrasement. Malheureusement, à cause de l'humidité du sol de cette année particulièrement pluvieuse, les cultures de printemps n'ont pu être semées que le 15 juin si bien que **la taille trop élevée du blé n'a pas permis le semis du soja**.

## 1.2 Dispositif expérimental

- Date de semis (blé Wiwa, 200 kg/ha): 14.11.20
- Semoir céréales : 36 rangs x 16.7 cm, (6 m)
- 1x herse étrille fin février
- 1x sarclage fin mars
- Semoir soja : 12 X 50 cm (6 m)
- Moisson : 27.7.21

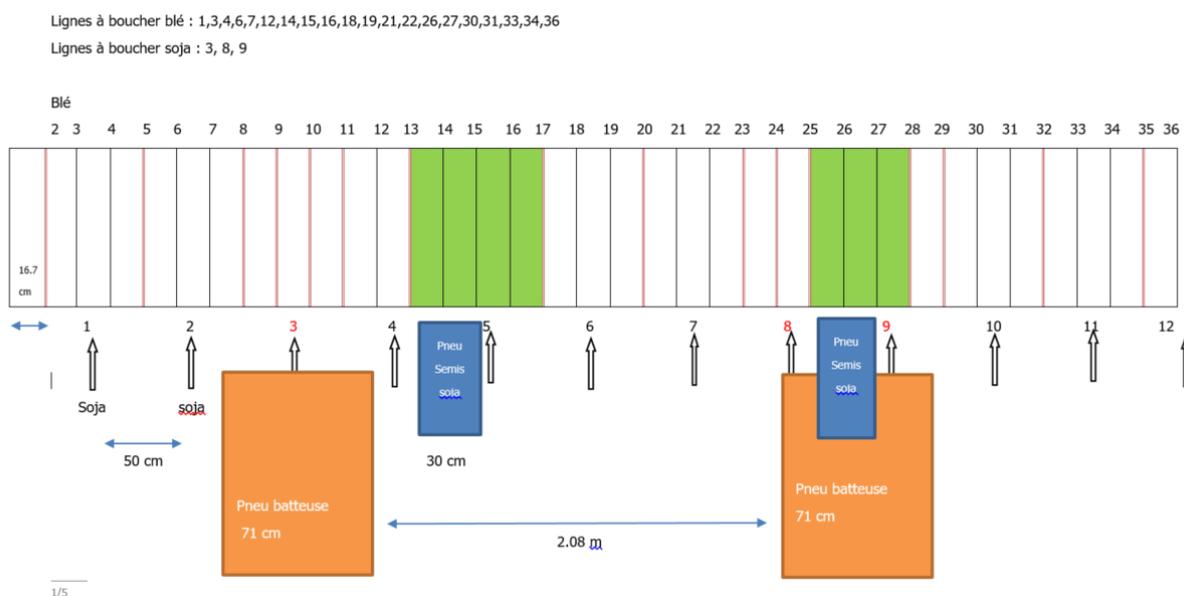


Figure 2: Plan de semis

Ce plan de semis prend théoriquement en compte les zones qui seront écrasées par les machines. Les lignes de blé qui auraient été couchées lors du semis du soja ne sont pas semées ainsi que les lignes de soja qui auraient été détruites par la moissonneuse batteuse. En prenant en compte un espacement de 50 cm entre le blé pour le semis du soja, c'est finalement seulement 44% de la surface de blé qui est semée (16 rangs sur 36). Si le soja avait pu être semé, 75 % aurait été semée (9 rangs sur 12).

### 1.3 Résultat

Rendement du blé : 28.5 dt/ha\*

\*ce rendement inclut également une autre parcelle de blé qui a été semée en plein. Ce rendement ne représente donc pas précisément le rendement de la parcelle relais semée avec 44% de la dose.

### 1.4 Discussion & conclusion

Les conditions pluvieuses de ce printemps ont retardé le sarclage du blé ainsi que le semis du soja. Lorsque les conditions étaient à nouveau praticables vers la mi-juin, le blé était trop développé pour qu'un semoir ne passe sans faire de dégâts. Le soja n'a donc pas pu être semé cette année. Cette année particulière démontre la fragilité de la technique : si le soja n'est pas semé durant la bonne période, il ne reste qu'une parcelle de blé dont seulement 50% des lignes ont été semées avec pour conséquence un faible rendement et des rangs espacés laissant place aux adventices.

Du soja a tout de même été semé avec un semoir à main à certains endroits afin d'observer la croissance de la légumineuse avec 50 cm d'espacement entre les rangs de blé. Sans grande surprise, il se développe mieux avec 50 cm d'espace qu'avec les 37.5 cm pratiqués l'année précédente.



Figure 3: Soja semé au semoir à main entre les rangs de blé

## 2 Essai variétal pois chiche

### 2.1 Contexte

L'humus et les fallafels bio sont de plus en plus demandés. La plupart de ces produits sont fabriqués à partir de pois chiche bio importés. La culture de pois chiche bio est une niche intéressante pour l'agriculture suisse et pourrait en partie remplacer ceux de l'importation. Cependant cette culture est difficile, car ses besoins en chaleur sont élevés et sa concurrence face aux mauvaises herbes est faible. Aucun inoculant n'est autorisé pour le pois chiche et ces dernières années très peu de nodosités ont été observées en Suisse romande. L'assortiment variétal recommandé en bio est également très restreint, on n'utilise principalement que la variété Twist. La période de semis préconisée est au mois de mars, ce qui semble étonnant pour cette plante aimant la chaleur. Plusieurs exploitants ont d'ailleurs mentionné semer leur pois chiche plus tard en avril de façon à ce qu'il démarre rapidement et soit plus compétitif face aux adventices. A quelle date faut-il donc le semer ?

Afin de répondre à ces questions, un essai variétal de 3 variétés (Twist, Pascia, Elixir), avec deux dates de semis et une variante inoculée a été mis en place sur 1200 m<sup>2</sup>.



Figure 4 : Pois chiche

### 2.2 Dispositif expérimental

#### Semis du 23.4.21

- Semoir à main, sur petite surface ~150 m<sup>2</sup>
- 50 cm entre les rangs
- ~60 grains/m<sup>2</sup>
- PMG des variétés : Twist 410, Pascia 430, Elixir 320

#### Semis du 15.6.21

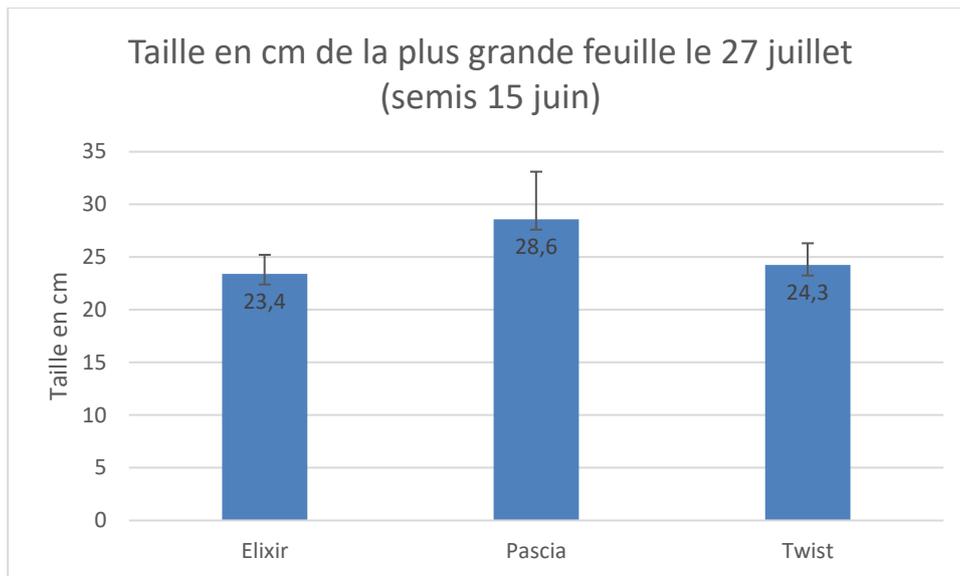
- Semoir mono grain 12 rangs x 50 cm
- 66 grains/m<sup>2</sup>
- 1200 m<sup>2</sup>
- Inoculation de la 2<sup>ème</sup> moitié du champ avec l'inoculant Rhizofix RF40
- 1 x sarclage avec patte d'oie le 24.07.21

### 2.3 Résultats

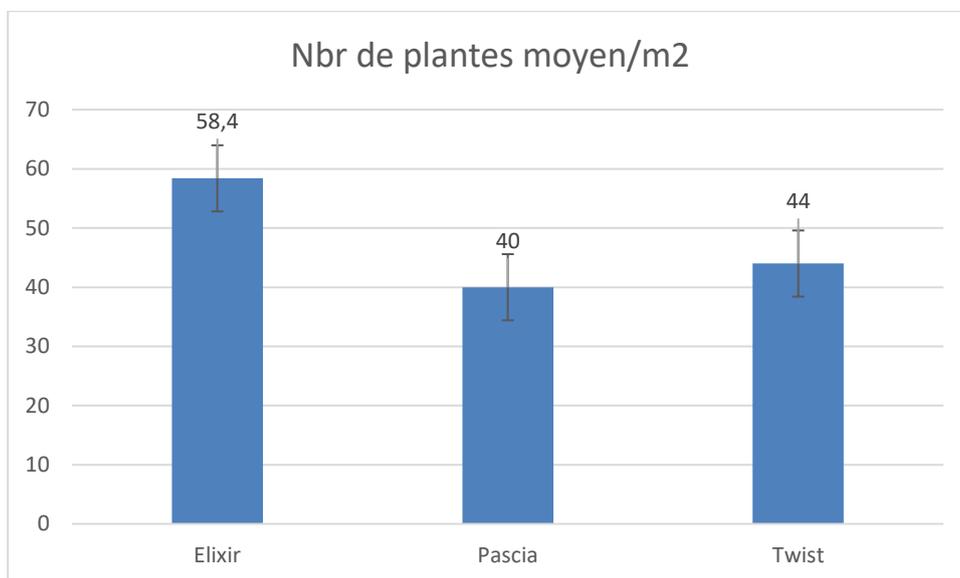
Malheureusement, aucun pois chiche n'a pu être récolté cette année. La petite parcelle semée à la main fin avril, a été envahie par les mauvaises herbes et a ensuite été retournée par erreur. Les pois chiches semés le 15 juin au semoir conventionnel n'ont pas eu le temps ni la chaleur nécessaire pour arriver à maturité et de nombreux dégâts de campagnols ont été observés.

Malgré l'absence de récolte, plusieurs choses ont pu être observées :

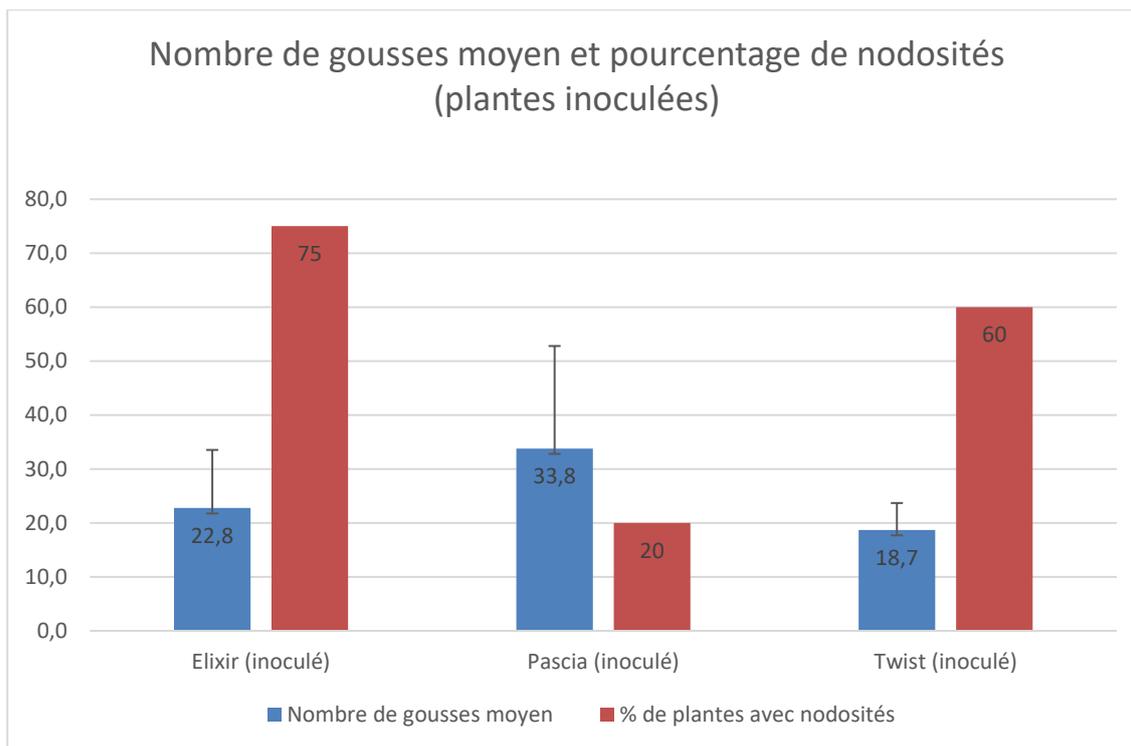
- Différences flagrantes entre les deux dates de semis : fin juillet les feuilles des pois chiches semés le 15 juin mesuraient 25 cm et commençaient à fleurir alors que ceux semés en avril faisaient 70 cm et avaient déjà des dizaines de gousses.
- Présence de nodosités dans la variante inoculée et non inoculée.
- La variété Pascia est visuellement plus développée que Twist et Elixir.
- Tâches de rouille observées sous les feuilles.
- Dégâts de campagnols : absences de gousses sur le bas des plantes.



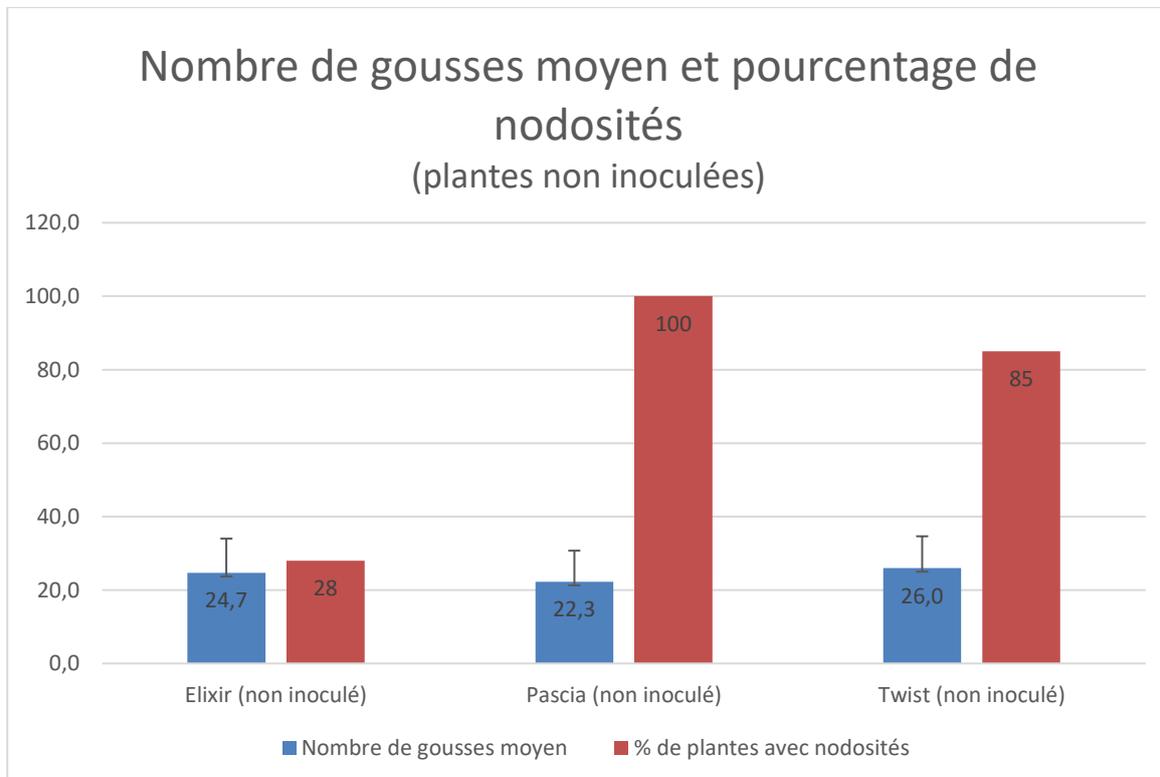
La variété Pascia semble légèrement plus vigoureuse que les autres.



La densité de semis était de 60 grains/m<sup>2</sup>. Cette densité n'est atteinte que par la variété Elixir. Cette différence avec les autres peut s'expliquer de deux manières : soit le taux de germination de Pascia et Twist était plus faible qu'Elixir, soit la différence de PMG (respectivement Elixir 320, Pascia 430, Twist 410) n'a pas été prise en compte lors du semis, ce qui est fort probable car cela correspondrait à ces différences de peuplement.



Dans la partie du champ inoculée au Rhizofix 40, le nombre de gousses moyen par plante semble donner l'avantage à Pascia. La présence de nodosité sur les racines à l'arrachage lors du comptage des gousses est homogène pour Elixir et Twist, mais nettement plus faible pour Pascia. Cependant, avec un si petit échantillon, il n'est pas possible d'établir une relation entre présence de nodosités et nombre de gousses.



Le nombre de gousses moyen dans la variante non inoculée donne à peu près les mêmes résultats que la variante inoculée, sauf pour Pascia qui est plus faible. Chose étonnante, il y a eu plus de nodosités observées dans la partie du champ non inoculé que l'inoculé. Les bonnes souches de bactéries *Rhizobium* formant ces nodosités seraient donc théoriquement déjà présentes dans le sol de Mapraz.



Figure 5 : Nodosités observées sur les racines de pois chiche



Figure 6: Différence de croissance le 27 juillet entre le pois chiche semé le 23 avril (à gauche) et celui du 15 juin (à droite)

## 2.4 Discussion & conclusion

Malgré le fait que la récolte n'ait pas pu avoir lieu, cet essai pois chiche a permis de faire d'intéressantes observations. Concernant la date de semis, les observations montrent que les grains semés mi-avril avaient plus de chance d'arriver à maturité que ceux semés très tardivement le 15 juin. Les recommandations techniques conseillent de semer dès le mois de mars, ce qui semble un peu tôt pour cette légumineuse qui apprécie la chaleur et qui est peu compétitive au départ.

D'autres essais de date de semis dans les conditions genevoises sont donc nécessaires pour définir la période optimale. L'idée serait de reculer la date de semis afin que le pois chiche ait les meilleures conditions possibles pour démarrer fort et être compétitif face aux adventices, tout en ayant assez de temps pour que la plupart des grains arrivent à maturité.

La présence de nodosités dans les parties inoculées et non inoculées avec le Rhizofix 40 laisse imaginer que les bonnes souches de bactéries *Rhizobium* sont présentes dans le sol de Mapraz. Sont-elles inhérentes naturellement au sol ou sont-elles issues de l'inoculant utilisé lors de la culture de soja précédente ? Comment se fait-il que dans d'autres parcelles de Suisse romande suivies par le FiBL aucunes nodosités n'aient été observées ? Sont-elles réellement efficaces ? Ces questions sont pour l'instant sans réponses et poussent à faire d'autres expérimentations.

Au niveau des variétés testées, l'absence de récolte et la faible taille des échantillons rendent difficile l'interprétation. Cependant visuellement, la variété Pascia semblait être plus vigoureuse que Twist et Elixir.

## 3 Essai variétal soja



Figure 7: Soja avant la fermeture des rangs

### 3.1 Contexte

Les nouvelles normes d'affouragement de Bio Suisse rendent la culture du soja fourrager de plus en plus indispensable pour se passer des aliments protéinés importés. Le rendement, la précocité mais également la teneur en protéines des variétés sont des critères de choix importants. Ces résultats sont intégrés aux résultats du FiBL qui servent ensuite à affiner les recommandations.

## 3.2 Dispositif expérimental

### Soja

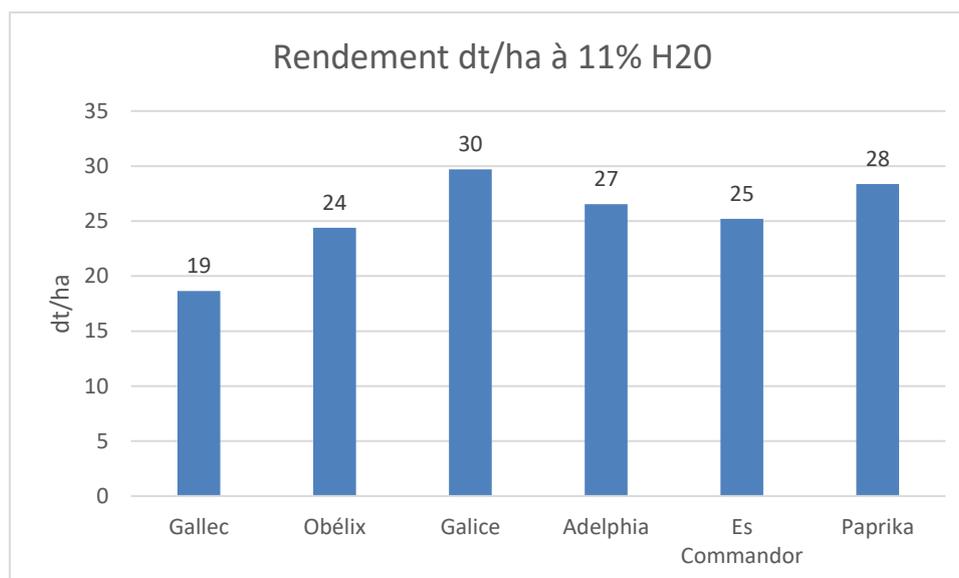
- Précédent : maïs
- Inoculation
- Date du semis : 15.6.21
- Densité de semis : 64 grains/m<sup>2</sup>
- Semoir mono graine : 12 rangs, 6 m, inter-rang de 50 cm
- Récolte : 11.11.21, (taux d'humidité : 17.4%)

### Opérations

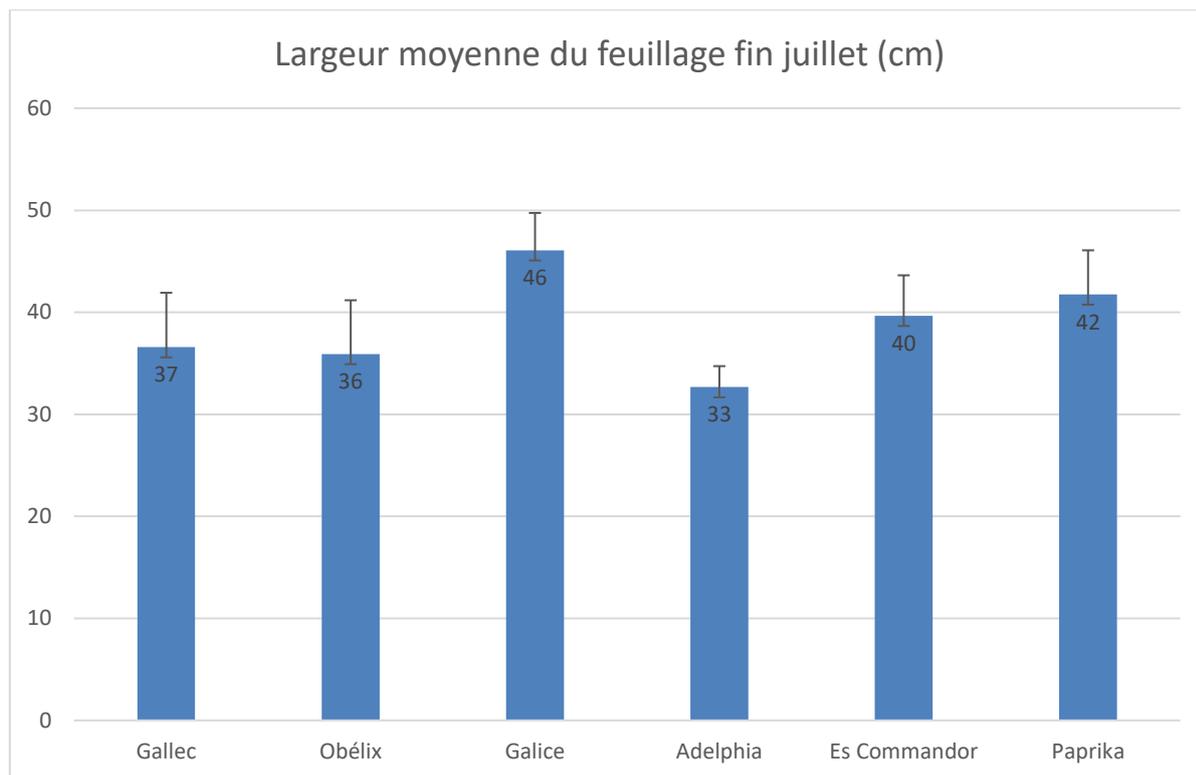
- Pas de fumure
- 1 x sarclage

Variétés	Utilisations	Précocités
Gallec	Alimentaire	Précoce 000
Obélix	Mix	Précoce 000
Galice	Fourragère	Mi- précoce 000/00
Adelphia	Fourragère	Mi- précoce 000/00
Es Commandor	Fourragère	Mi- précoce 000/00
Paprika	Fourragère	Mi- tardif 00

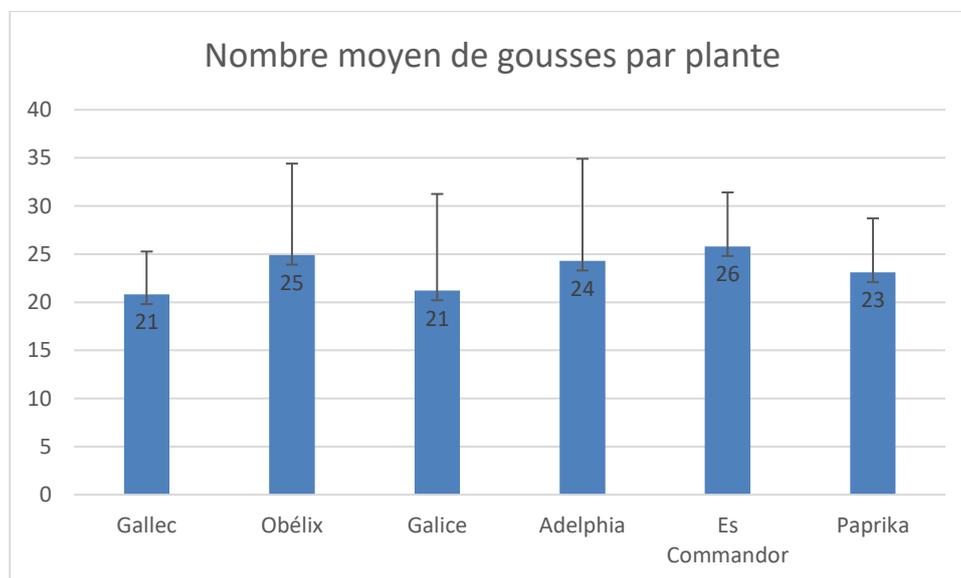
## 3.3 Résultats



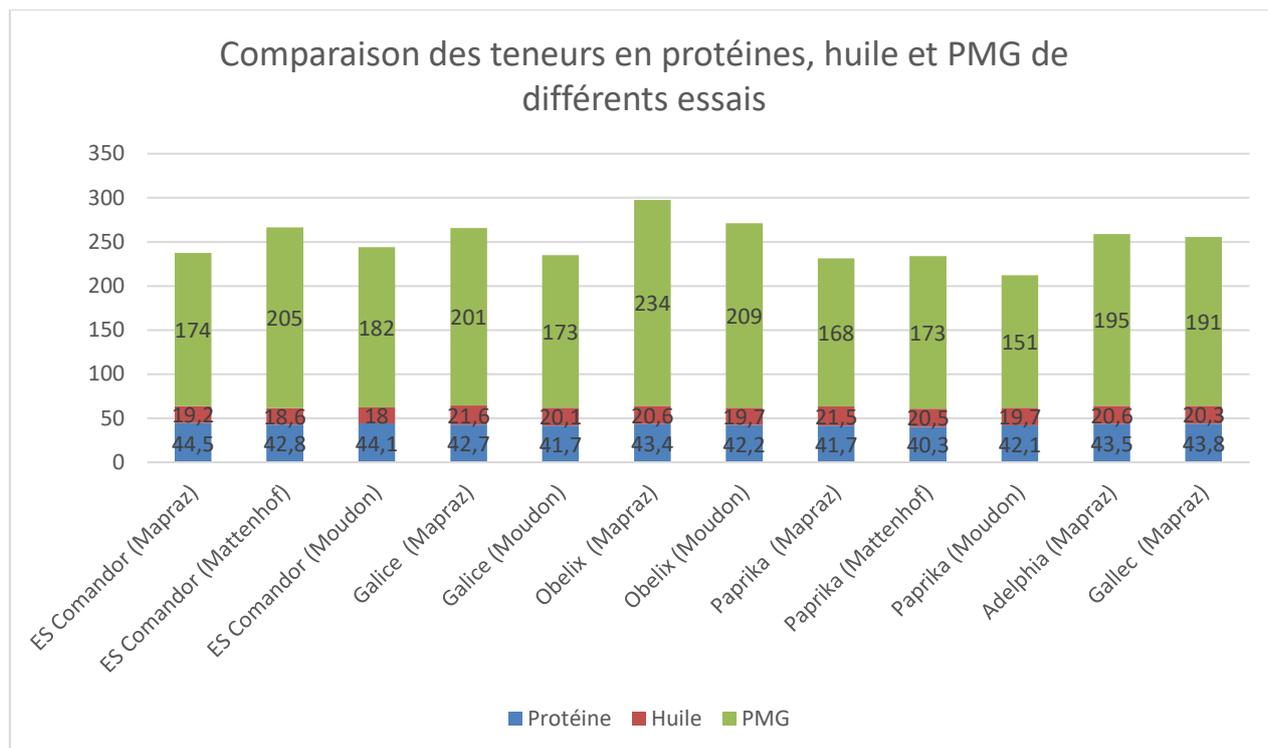
Les rendements sont plus ou moins équivalents pour les variétés testées sauf pour Gallec dont la parcelle a été envahie par du panic capillaire, ce qui a visiblement eu un impact sur le rendement.



La largeur du feuillage a été mesurée le 27 juillet à plusieurs endroits afin de voir quelles variétés fermaient le plus rapidement les rangs. Même si ces résultats ne sont pas vérifiables statistiquement, la variété Galice sort légèrement du lot avec 46 cm. Visuellement lors des relevés, c'est également elle qui paraissait la plus large.



Le nombre moyen de gousses par plante est homogène pour toutes les variétés malgré une assez grande variabilité (écart-type) dans les échantillons.



Une analyse des teneurs en protéines, en huile et du PMG a été réalisée par DSP à partir d'échantillons de plusieurs sites d'essais. Mis à part les PMG qui varient en fonction des sites, les teneurs en huile et en protéines sont homogènes.

### 3.4 Discussion & conclusion

Hormis la perte de rendement due à l'invasion de panic capillaire dans la parcelle de Gallec, les rendements sont comparables à ceux de 2020. Un point intéressant à relever est le taux d'humidité de 17.4% à la récolte tardive du 11 novembre. Ce taux est comparable à des sojas récoltés dans la région à la bonne période (soit quasiment un mois plus tôt). Heureusement cette année, les températures de la fin de l'été et du début d'automne n'ont pas fait éclater les gousses.

La variété très précoce Tiguan n'est pas disponible en bio. Elle serait pourtant intéressante dans la stratégie de semer le soja tard (mi/fin juin) afin de démarrer fort pour fermer le plus vite les rangs et de pouvoir être récoltée en début d'automne. Cette variété peut aussi être cultivée directement après une orge.

# 4 Maïs population et association maïs haricot alimentaire

## 4.1 Contexte

### 4.1.1 « Les maïs populations, de quoi parle-t-on ?

*Une population de maïs est une lignée multipliée et sélectionnée par les paysans, composée d'individus exprimant des caractères phénotypiques proches, mais présentant encore une grande variabilité. Elle est donc moins stable et moins uniforme que les variétés dites « hybrides » et elle évolue selon les conditions de culture ou les facteurs environnementaux. Ces populations peuvent présenter plusieurs avantages, particulièrement utiles en agriculture à faibles intrants ou biologique :*

- une meilleure résistance des plantes,
- une rusticité, qui facilite la culture sans intrants,
- une adaptabilité aux terroirs,
- une autonomie financière et technique des producteurs.

« Une variété population est un réservoir de solutions » (Véronique Chable, INRA)

*Les maïs populations présentent une meilleure souplesse, notamment concernant la sécheresse. En effet, alors que pour une même variété hybride la maturité est homogène à la parcelle, les pieds d'un maïs population ne sont pas tous au même stade au même moment. La floraison peut s'étaler sur trois semaines, ce qui contribue, par exemple, à limiter les problèmes de fécondation. Dans différentes régions, des réseaux d'expérimentation et de sélection ont vu le jour ces dernières années. L'objectif est d'obtenir des panels de variétés de maïs adaptés aux conditions pédoclimatiques de chacune des régions. Il faut compter deux ans pour adapter les variétés à un terroir. Ensuite seulement, les agriculteurs peuvent se lancer dans une sélection à proprement parler. »*

Nadège Godfroy <https://www.eleveursdedemain.fr/detail-actualites/agriculture-bio/le-mais-population-fait-des-emules.html>

Le contexte Mapraz se prête bien à l'utilisation de variétés population c'est pourquoi depuis 2 ans il a été choisi d'utiliser la variété Evolino développée en 2011 par la Sélection céréalière Peter Kunz (GZPK).

« Evolino, est actuellement la seule variété qui remplit complètement toutes les exigences de la sélection bio qui figurent dans le Cahier des charges de Bio Suisse, Partie II, chapitre 2.2, et qui peut donc figurer dans la catégorie 1 (100 % bio depuis la sélection jusqu'à la culture en passant par l'étude variétale et la multiplication). » <https://www.bioactualites.ch/cultures/grandes-cultures-bio/mais/mais-bio-les-resultats-des-essais-varietaux-2019.html>

### 4.1.2 Maïs haricots

En 2019, un essai de maïs haricots alimentaires à battre avait été mis en place pour tester le potentiel de cette association et différentes modalités de semis. Dans l'ensemble, les haricots n'avaient pas bien levés et le peuplement à l'hectare ne permettait pas de tirer de conclusions à l'échelle de la parcelle. Cependant, aux endroits où les haricots étaient présents, des rendements de 68 dt/ha de maïs et de 1t/ha de haricots ont été observés. L'essai avait aussi révélé que la meilleure méthode de semis était le semis simultané le même jour sur la même ligne. Malgré leurs grandes différences de tailles, le triage du mélange maïs haricots avait été compliqué au centre collecteur et avait dû être finalisé à la main pour avoir des haricots exempts de maïs.

En 2020, l'essai a été reconduit avec la variété de maïs population Evolino et le haricot d'Espagne Scarlet Emperor. Le rendement du maïs population Evolino était de 56 dt/ha en association avec le haricot et de 62 dt/ha en culture pure. Aucun haricot n'a pu être récolté car une sécheresse en début d'été a fait avorter les fleurs. Lors de la moisson du maïs le 21 octobre 2020, les gousses de haricots étaient encore vertes avec de petits grains en développement si bien qu'au battage, aucun grain n'est ressorti dans le maïs.

Cette année, sur la base de 2019 et 2020, deux thèses de bachelor ont été réalisées sur le maïs haricots par deux étudiants en agronomie de l'[HEPIA](#) avec le maïs Evolino et les variétés de haricots La Vigneronne et Borlotto Lamon.



Figure 8: Maïs associé au haricot La Vigneronne

## 4.2 Dispositif expérimental

- Précédent : méteil de céréales
- Pas de fumure
- Surface de l'essai : maïs population 60 ares, maïs haricots une bande de 1200 m<sup>2</sup> (6 x 200 m)
- Densité de semis : maïs 12 grains/m<sup>2</sup>, haricots 12 grains/m<sup>2</sup>
- Ecartement maïs : 50 cm
- 1 x sarclage
- Une partie des haricots est inoculée avec du RhizoFix RF60
- Moisson le 11 novembre

## 4.3 Résultats

Rendement maïs	
Maïs Evolino pur	57 dt/ha
Maïs en association avec haricots	43 dt/ha
Rendement haricots	
Haricot La Vigneronne x maïs	7 dt/ha
Haricot Borlotto x maïs	3 dt/ha

En 2019, les échantillons prélevés dans les zones où le haricot (variété Scarlet Emperor) avait poussé donnait un rendement d'une tonne à l'hectare ce qui se rapproche du rendement de La Vigneronne.

En 2020, Evolino en pur avait donné un rendement de 62 dt/ha soit 25% de moins que les variétés hybrides testées la même année, ce qui est généralement le cas avec cette variété population. Cette année, le rendement est stable par rapport à 2020 malgré la saison compliquée. Le maïs en association de 2020 avait un rendement de 56 dt/ha, soit plus élevé que les 43 dt/ha de cette année.

Des grains de maïs issus de la récolte ont été récupérés pour être ressemés en 2022 afin d'étudier l'évolution des rendements sur le long terme en faisant de la semence chaque année.

#### 4.4 Discussion & conclusion

En 2019 et 2020, aucune nodosité n'avait été observée sur les haricots d'Espagne semés avec le maïs. Cette année, des nodosités ont été observées dans les zones inoculées et non inoculées. La variété Borlotto Lamon s'est avérée beaucoup plus précoce que La Vigneronne mais également moins vigoureuse et surtout moins grimpante sur le maïs. La plupart de ses gousses étaient situées en bas de la plante ce qui pose problème lors de la moisson car en dessous de la barre de coupe (~20-25 cm) les grains ne sont pas récoltés.

La récolte a eu lieu le 11 novembre et les deux variétés de haricots étaient sèches ce qui diffère des deux dernières années où la maturité du haricot d'Espagne n'était pas homogène. Le triage des grains a été plus compliqué cette année. En effet, le PMG du Borlotto était de 660 et celui de La Vigneronne de 334 soit de petites graines comparées à la variété Scarlett Emperor (PMG 1138) utilisée en 2019 et 2020. Le triage de ces petites graines nécessite une table densimétrique ou un trieur optique.



Figure 9: Maïs Evolino, haricot La Vigneronne et haricot Borlotto Lamon (photo T.Sonzogni)

Parmi les nombreuses observations et mesures réalisées dans les deux travaux de bachelor, un point intéressant à relever est l'augmentation significative du prélèvement en phosphore du maïs associé en comparaison au maïs pur. Ce phénomène est dû à l'acidification de la rhizosphère et à l'augmentation de l'activité biologique provoquée par les racines des légumineuses. Le phosphore est en général assez présent dans nos sols mais souvent difficilement assimilable par les plantes. Par ailleurs, il a aussi été observé que l'association réduisait le nombre d'adventices et augmentait leur diversité, ce qui est un avantage certain. Ces informations confirment donc la plus-value des associations avec des légumineuses.

Pour plus d'informations, les deux travaux de bachelor réalisés sur le sujet par Arthur Chappuis et Timothé Sonzogni sont téléchargeables sur le site d'AGRIDEA :

- [Évaluation de la productivité et des nutriments en azote et en phosphore des cultures associées de maïs et de haricot grimpant en grandes cultures](#) - Timothé SONZOGNI- nov 2021- hepia
- [Étude de l'association de cultures maïs haricot comme moyen de gestion des adventices, et impacts sur les rendements](#) - Arthur CHAPPUIS- nov 2021- hepia

## 5 Remerciements

Un grand merci à toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ces essais :

[Sativa](#) et [Zollinger](#) pour la mise à disposition des semences de haricots. [Feldsaaten Freudenberger GmbH & Co. KG](#) pour les échantillons d'inoculant Rhizofix RF 60 & 40.

Yvan Chollet, Thomas Läser, Jean-Pierre Jaussi, Marina Wendling, Arthur Chappuis, Timothé Sonzogni, Nicolas Delabays.

**Renseignements :** [ludovic.piccot@agridea.ch](mailto:ludovic.piccot@agridea.ch)