

Multiplication des maïs de la collection, 2021 :

Tableau 1 : étapes de la culture 2021 pour la régénération des maïs de la collection

Période	Opération
Mars	Enrobage des graines avec un fongicide qui repousse aussi les corneilles (Korit ou Maxim)
Avril	Semis, pose de granulé anti-limace et d'un filet pour repousser les corneilles directement après le semis
Mai	Herbicide, buttage et deuxième apport d'engrais
Juin	Notation « levée »
	Notation « nombre de jours pour la floraison mâle et femelle »
	Pose des tunnels pollen-proof sur certaines populations, avant que les soies n'apparaissent
Juillet - août	Pose des trichogrammes contre la pyrale (en deux fois)
	Pollinisations
Août	Notations : « hauteurs moyennes des plantes », « hauteurs moyennes des épis » et « nombre de pollinisations »
Fin août	Enlever les sachets papiers et marquer les épis à récolter avec une bombonne de spray de peinture résistante
Septembre	Notation « sensibilité charbon » et « dégâts sur épis »
	Enlever les tunnels, lorsqu'il n'y a plus de pollen environnant
Fin septembre	Récolte des épis à la main, puis mettre les sacs à sécher
Octobre - décembre	Notations après récoltes, battage, tri des grains, poids de 1000 grains, tests de germination, séchage des grains qui vont au congélateur

La multiplication des 110 populations et lignées consanguines a été faite sur la parcelle 26 à Changins. L'ordre des variétés dans le semis est déterminé selon la précocité. Les petites parcelles sont numérotées de 1 à 110, en partant d'en bas à gauche sur le plan ci-dessous. Une ligne de semis contient 20 petites parcelles, sauf la dernière ligne qui n'en contient que 10. 200 plantes sont théoriquement semées sur chaque petite parcelle. Chaque lignée ou population est semée sur 4 lignes, avec 75 cm d'espace entre chaque ligne et 20 cm entre chaque plante. Entre chaque petite parcelle il y a un espace avant la suivante.

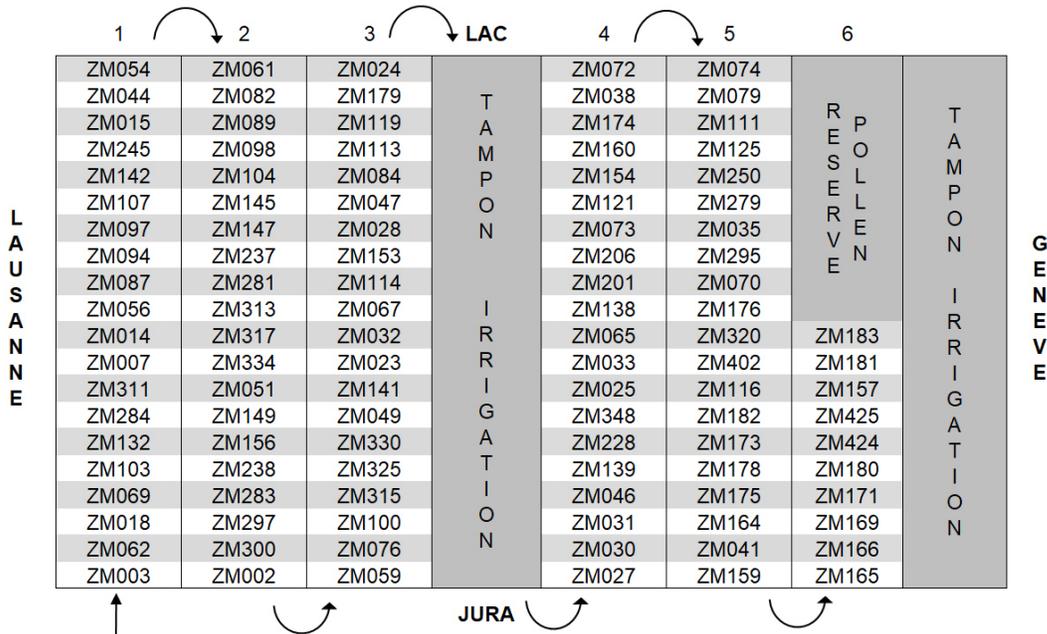


Figure 1 : plan de la parcelle pour la multiplication des maïs de la collection

La protandrie est un mécanisme présent chez le maïs, qui permet d'éviter l'autofécondation. Les anthères des fleurs mâles sont mûres avant l'apparition des premières soies. De cette manière, le pollen a moins de probabilité de féconder un épi de la même plante. 50 graines de chaque population ou lignée auraient dû être semées 3 semaines après le semis, une ligne par population ou lignée, dans la deuxième moitié de la dernière ligne de semis (« réserve de pollen »). Cette réserve de pollen peut permettre d'assurer la disponibilité de pollen viable, au cas où les soies sortiraient trop tard. Cette année, ce semis tardif n'a pas pu être fait en raison des mauvaises conditions météorologiques



Figure 2 : représentation de la dernière ligne de semis, une couleur par population

Pollinisations :

1. Lorsque l'épi femelle **le plus haut** commence à sortir et à épaissir (le déterminer au toucher), le recouvrir d'un sachet en plastique. Le sachet en plastique doit être bien enfoncé pour être fixé correctement, et cela implique de déchirer la gaine de la feuille. Cette gaine se déchire bien avec le plastique en le descendant d'un coup sec, si les conditions ne sont pas trop chaudes. Si le plastique ne coupe pas la feuille proprement, faire une petite entaille pour faciliter la découpe.



Figure 3 : les trois épis femelle d'une plante de maïs

2. Lorsque les plantes d'une population commencent à produire du pollen, la préparation des pollinisations peut commencer. Veiller à couvrir autant de panicule que d'épis femelles prêts, et vis-et-versa. Couper les soies d'un épi protégé par un plastique à 2 cm, pour laisser un petit plumeau, puis remettre le plastique. Cette coupe permettra par la suite de répartir au mieux le pollen pour atteindre un maximum de soies. Les soies ne sont pas abimées par ce procédé, puisque ce n'est pas l'extrémité de la soie qui est réceptive au pollen, mais sa surface entière. Noter ce sachet plastique avec un stylo indélébile, l'épi sera prêt à être pollinisé le lendemain.
3. Le lendemain, au plus tard à 11h et par un temps sec si possible, recouvrir une panicule qui produit du pollen avec un sac papier, et fixer le sac autour de la tige avec un trombone. Au minimum 3h plus tard, couper la tige sous la panicule et retourner le sac pour ne pas perdre le pollen. Taper le sac papier et la panicule pour extraire le pollen des étamines. Ouvrir le sac, enlever les étamines avec la main. Retirer rapidement le sachet plastique autour du futur épi, verser le pollen sur les soies puis recouvrir avec le sac papier. Faire le tour de la tige avec les deux côtés du sac papier et mettre deux agrafes à la base du sac.

4. Lorsqu'il n'y a plus du tout de pollen, retirer les sacs en papier et noter les épis à récolter avec un spray fluorescent, utilisé en foresterie.

Récolte :

La récolte s'effectue à la main. Couper les épis qui à récolter, enlever les spathes directement au champ, afin de pouvoir enlever les épis qui sont atteints de maladies fongiques (fusariose ou charbon). Mettre les épis récoltés dans des sacs en tissus, puis mettre rapidement ces sacs à sécher dans le séchoir, à une température de 30° et avec de l'air pulsé. Mélanger de temps en temps les sacs pour s'assurer que l'air circule bien et qu'il ne reste pas de zone humide. Laisser les épis sécher au minimum une semaine.

Battage, tri des grains, PMG :

Battage des épis avec la batteuse utilisée spécialement pour les petits lots d'épis. Le tri des grains s'effectue avec la trieuse. Comme il y a une grande diversité de taille de grain au sein des populations, c'est difficile de régler la trieuse pour un tri efficace. Il est donc nécessaire de faire un tri visuel après, en mettant les grains dans un grand bac. Ce dernier tri permet de retirer les grains cassés et les grains malades ou germés.



Figure 4 : grains retirés manuellement

La plupart des notations ont été réalisées selon la liste des descripteurs publiés par le Conseil international des ressources phytogénétiques (IBPGR, 1991). Le code du descripteur, lorsqu'il vient de cet ouvrage, est donné entre parenthèses.

Notations au champ :

- **Emergence des plantes (levée)** : note de 1 (plantes levées) à 9 (aucune plante levée)
- **Nombre de jours pour la floraison mâle (4.1.1)** : nombre de jours entre le semis et le jour où plus de 50 % des plantes produisent du pollen.
- **Nombre de jours pour la floraison femelle (4.1.2)** : nombre de jours entre le semis et le jour où les soies sont visibles chez plus de 50 % des plantes.
- **Nombre de jours entre la floraison mâle et femelle (Dayantsilk sur PGREL)** : soustraire le nombre de jours pour la floraison mâle au nombre de jours pour la floraison femelle. Les valeurs négatives indiquent que la floraison femelle a eu lieu avant la floraison mâle, ce qui n'est pas.
- **Hauteur moyenne des plantes (4.1.4)** : estimer la hauteur moyenne des plantes avec un double mètre spécifique, depuis le sol jusqu'au bas de la panicule.
- **Hauteur moyenne des épis (4.1.5)** : estimer la hauteur moyenne des épis les plus hauts, du sol jusqu'à la base de l'épi.
- **Nombre de pollinisation** : avant d'enlever les sachets en papier, compter le nombre de pollinisation réalisées.
- **Sensibilité au charbon** : utiliser la méthode pratiquée par le groupe « variétés et techniques culturales ». Pour que cette note soit pertinente, compter d'abord le nombre de plante pour chaque population. Les plantes qui ne se sont pas développées correctement (certaines plantes qui ont fait juste une tige, ou sont restées très petites) ne sont pas comptabilisées. Pour la sensibilité au charbon, compter chaque impact de charbon (il peut y en avoir plusieurs par plante, par exemple un sur la tige et un sur la panicule). Lorsque l'épi est atteint par le charbon compter deux impacts. Comptabiliser les impacts de toute la population, sur toutes les plantes.
- **Type de panicule (4.1.13)** : cette note n'a pas été prise puisque seules quelques populations avaient des panicules de types primaires-secondaires (tous les autres panicules sont primaires)
- **Dégâts sur épis (4.2.2)** : niveau de dégâts sur épis causés par des champignons, insectes, germination sur pied, etc. Sur au moins 20 plantes représentatives, appréciation entre 0 (aucun) et 7 (important). La note a été mise avant récolte puisque seuls les épis en bon état sont par la suite récoltés.

Notations après récolte, avant le battage :

- **Couverture de l'épi (4.2.1)** : cette note est mise sur l'ensemble des épis récoltés, donc ceux qui ont été pollinisés à la main. C'est une appréciation entre 3 (faible) et 7 (bonne).
- **Disposition des rangées de grains sur l'épi (4.2.3)** : noter la disposition qui est la plus représentée, parmi les épis récoltés.

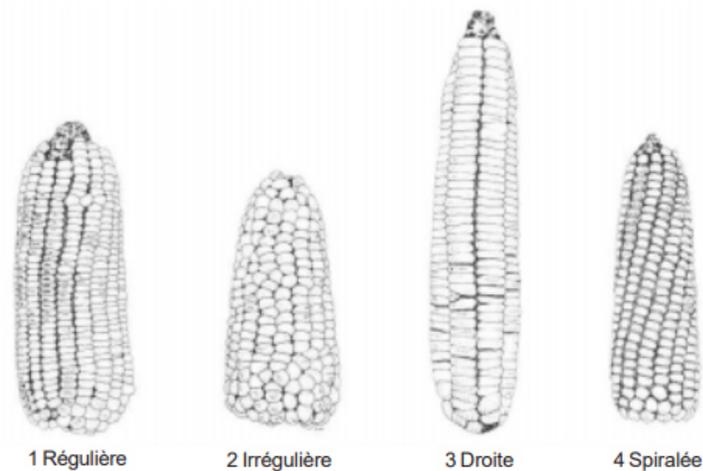


Figure 5 : disposition des rangées de grains, IBPGR (1991)

- **Couleur du grain (4.3.2)** : indiquer au maximum 3 couleurs, dans l'ordre de leur fréquence.

1 Blanc	6 Orange
2 Jaune	7 Tacheté
3 Pourpre	8 Extrémité blanche
4 Bigarré	9 Rouge
5 Brun	

La couleur « pourpre » correspond à un bleu gris métallique. L'attribut « bigarré » correspond à un mélange de plusieurs couleurs dans les grains (plus que deux couleurs). Lorsque les épis sont d'une couleur avec quelques grains d'une autre couleur cela correspond à la couleur « tacheté ». Et la couleur rouge correspond plutôt à la couleur bordeaux. Des précisions peuvent être ajoutées à la note, en particulier pour les attributs « bigarré » et « tacheté ». Lorsqu'il y a plusieurs couleurs dans la même population, noter un pourcentage d'épi pour chaque couleur.



Figure 6 : différentes couleurs de grains représentés au sein d'une même population (ZM157)



Figure 7 : épis bigarrés (ZM056)

- **Forme des épis (6.2.10) :**

1 : Cylindrique

3 : Conique

2 : Conique

4 : Sphérique

- **Forme de la surface extérieure du grain :**



Figure 8 : formes de la surface extérieure du grain

- **Nombre de rangées de grains (6.2.8) :** pour tous les épis de la population, compter le nombre de rangées de grains, lorsque ceux-ci sont disposés en rangées. Faire la moyenne de toutes ces valeurs.

Après ce comptage, nous avons choisi de ne conserver uniquement 10 épis, pour mesurer la longueur et le diamètre. Ce choix est d'abord un choix de pertinence, il faut choisir 10 épis représentatifs de la population, qui se sont développés correctement. En mesurant l'ensemble des épis, la moyenne n'aurait pas été représentative de la population, puisque certains épis n'ont pas une forme qui correspond à l'ensemble de la population. Veiller à ne pas conserver uniquement les plus grands épis, mais choisir ceux qui semblent se situer dans la moyenne des épis qui se sont bien développés.



Figure 9 : illustration de la diversité des tailles au sein d'une population (ZM139)

- **Longueur de l'épi (6.2.2)** : mesurer la longueur des 10 épis sélectionnés, puis calculer la moyenne.
- **Diamètre de l'épi (6.2.4)** : mesurer le diamètre des 10 épis sélectionnés, dans la partie médiane supérieure de l'épi, puis calculer le diamètre moyen.

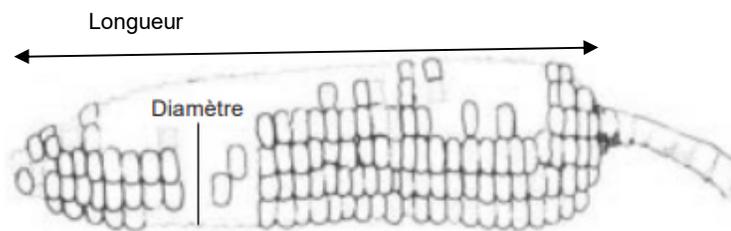


Figure 10 : mesure de la longueur et du diamètre des épis

Notation après le battage :

Avant le battage, mettre deux épis de référence de côté, afin de les photographier et de les conserver (s'il y a plus que deux types d'épis différents, en mettre plus de côté, pour représenter l'ensemble de la diversité au sein de la population). Pour éviter que des champignons ne s'y développent, **remettre ces épis de référence à l'étuve, à 25 °C, pendant une semaine minimum.**

- **Poids de mille grains (4.3.3)** : ajusté à 10 % d'humidité

Conservation :

Les grains qui sont destinés au congélateur doivent être à nouveau séchés. L'idéal pour la conservation est 6 % d'humidité. L'appareil Dickey-John GAC 2100 (un modèle calibré pour les grains de maïs se trouve au DB) permet de mesurer l'humidité des grains.

Problèmes rencontrés durant la culture :

1. Deux populations locales (ZM201 et ZM250) ont une sensibilité à l'herbicide, toutes les plantes ont été brûlées. Des dégâts légers ont aussi été observés sur d'autres populations.
2. Ne pas mettre les sachets en plastique trop tôt, car ils affaiblissent la plante qui risque de se casser.
3. Les sacs en papier ne sont pas résistants à l'eau. D'une part la colle sur le pli fermé se décolle avec l'humidité, et d'autre part le sac s'humidifie et le pollen reste collé au fond. Il est plus judicieux d'éviter de prévoir des fécondations lorsqu'il y a un risque de pluie.
4. Les sacs en papier peuvent aussi abimer les plantes en cas de vent. Si c'est possible, il vaut mieux attendre que le vent se calme pour mettre des sacs.
5. Ne pas fixer les sacs en papiers trop bas, car l'épi en poussant peut ouvrir le haut du sac. Si le temps à disposition le permet, enlever les sacs en papier après deux semaines, lorsque les soies ne sont plus réceptives.
6. Les épis de références doivent être séchés plus longtemps, dans l'étuve, pour éviter qu'ils ne développent des maladies fongiques.



Figure 11 : brûlures d'herbicide sur les feuilles



Figure 12 : tige rompue à cause du sachet plastique



Figure 12 : sac papier humide et pollen collé



Figure 13 : sac papier ouvert par un épi qui pousse



Figures 14, 15 et 16: maladie fongique (probablement fusariose) et germination dues à une humidité trop importante des épis de références

Particularités et problèmes physiologiques :

1. Panicules (inflorescences mâles) qui développent des soies puis des grains :



2. Plusieurs épis qui se développent à la base de la panicule ou en haut de la plante :



3. Décoloration des feuilles



4. Épis jumeaux



5. Grains germés



Maladies :

1. Rouille :

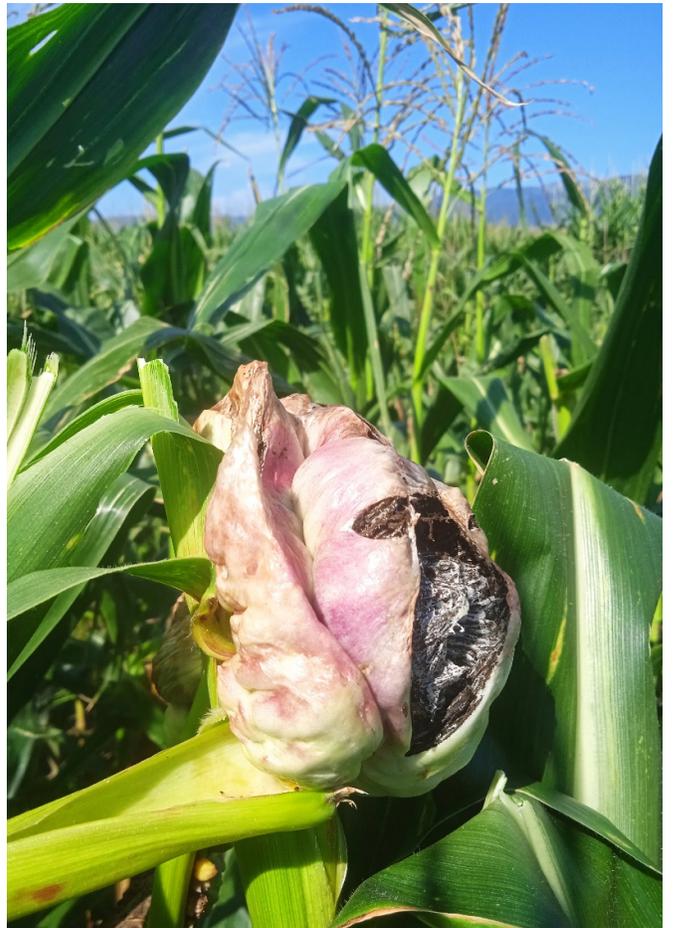


2. Fusariose :



3. Charbon :





Ravageurs :

1. Pyrales:



2. Pucerons :

