

Actions techniques semences

Mieux évaluer le stress hydrique pour mieux le corriger

Baptiste Soenen* et Régis Doucet**

* FNPSMS ** ARVALIS-INSTITUT DU VÉGÉTAL

Les cultures de maïs semence installées en France sont quasi-intégralement situées en parcelles irrigables et, selon les conditions climatiques annuelles, le plus souvent irriguées. Les modalités de conduite et de pilotage de l'irrigation sont bien décrites et maîtrisées dans les différents secteurs de production. Néanmoins, la sensibilité intrinsèque des géniteurs au stress hydrique et les spécificités de l'itinéraire technique (semis décalés, castration, protection parasitaire...) constituent des facteurs importants à prendre en compte pour l'obtention du rendement optimal et de la qualité requise.

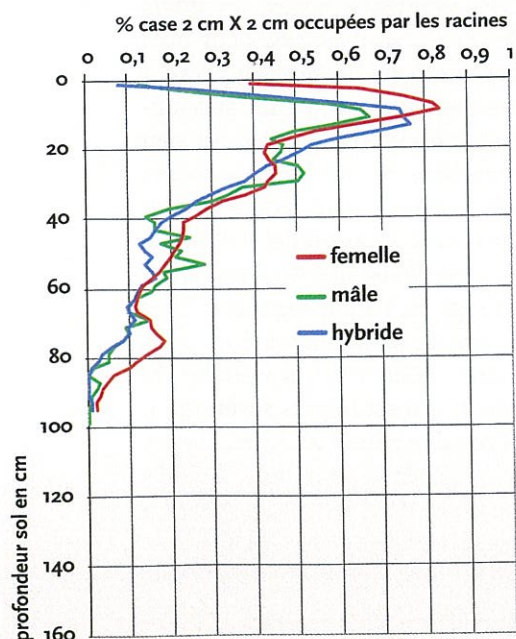
Les effets de nombreux stress abiotiques ont été étudiés dans le cadre du programme Actions Techniques Semences (ATS): températures froides, températures chaudes, rayonnement... Or le stress hydrique n'avait pas fait l'objet de beaucoup de travaux, jusqu'à un passé récent. Les situations d'irrigation sous contrainte hydrique plus forte ayant tendance à devenir plus fréquentes au fil des années, la décision de travailler ce thème a été prise fin 2013. Un essai en plein champ a donc été mis en place pour trois ans, visant à mettre en évidence



Le développement racinaire a fait l'objet d'une évaluation précise.

Régis Doucet / ARVALIS-INSTITUT DU VÉGÉTAL

Figure 1 - Progression racinaire comparée en 2015



et expliquer les effets de stress hydriques caractérisés sur la physiologie, le rendement, les composantes et la qualité du maïs semence.

Un essai dédié à l'étude du stress hydrique

L'essai de Gaillac (81) est situé dans une parcelle de production de semence, sous dispositif 4x2, sur des sols d'alluvions récentes du Tarn. La réserve utile est estimée à 120 mm pour du maïs grain.

Quatre régimes hydriques ont été comparés :

- T1: bien irrigué avec volume d'eau suffisant pour couvrir les besoins,

- T2: bien irrigué puis arrêt précoce en première quinzaine d'août afin de tester les effets de restriction des prélèvements,

- T3: bien irrigué puis réduction des irrigations très précoce dès 14-15 F afin de provoquer un stress hydrique dès la floraison femelle et tester les effets de restriction des prélèvements pour des lignées tardives ou (et) des semis tardifs,

- T4: stress hydrique modéré mais continu sur tout le cycle. L'essai est lourdement instrumenté pour le suivi hydrique, réalisé d'une part avec des sondes tensiométriques (méthode Irrinov) pour piloter l'irrigation du T1, et d'autre part avec des sondes capacitatives pour

mesurer des consommations en eau après étalonnage des sondes. La réussite de ce type d'expérimentation en plein champ dépend bien sûr du climat de l'année, en particulier de la pluviométrie estivale (de 10 feuilles à 50 % d'humidité du grain, période de sensibilité majeure au stress hydrique) qui peut venir gommer les stress. Sur ce plan, les trois campagnes au cours desquelles nous avons travaillé ont présenté des conditions climatiques favorables à l'expérimentation et bien différenciées. L'année 2013 a été plutôt arrosée jusqu'à la floraison, mais sèche en fin de cycle ; 2014 fut assez stressante avant floraison, mais bien arrosée ensuite. Enfin, l'année 2015 a été stressante sur tout le cycle, en particulier entre 10 feuilles et post-floraison.

Outre le rendement et les composantes, de très nombreux paramètres physiologiques ont été observés.

Les premiers enseignements de l'essai

● Mise en place du système racinaire (Figure 1)

Paramètre souvent mis en avant pour expliquer les différences de comportement entre hybrides et lignées, le développement racinaire a été suivi dans cet essai. Sur les trois années, les profils et fronts de progression racinaire sont assez similaires entre mâles, femelles et maïs hybride (suivi dans un essai voisin sur la même parcelle). Les différences de comportement sont donc à chercher davantage du côté de la capacité d'extraction des racines, plus limitée pour les lignées.

● Indice foliaire (Figure 2)

L'indice foliaire (IF ou LAI pour Leaf Area Index) correspond à la surface du feuillage des plantes ramenée à la surface du sol. Un IF de 1 correspond à 1 hectare de

Figure 2 - Effet du stress sur l'indice foliaire. Exemple : lignée mâle en 2015

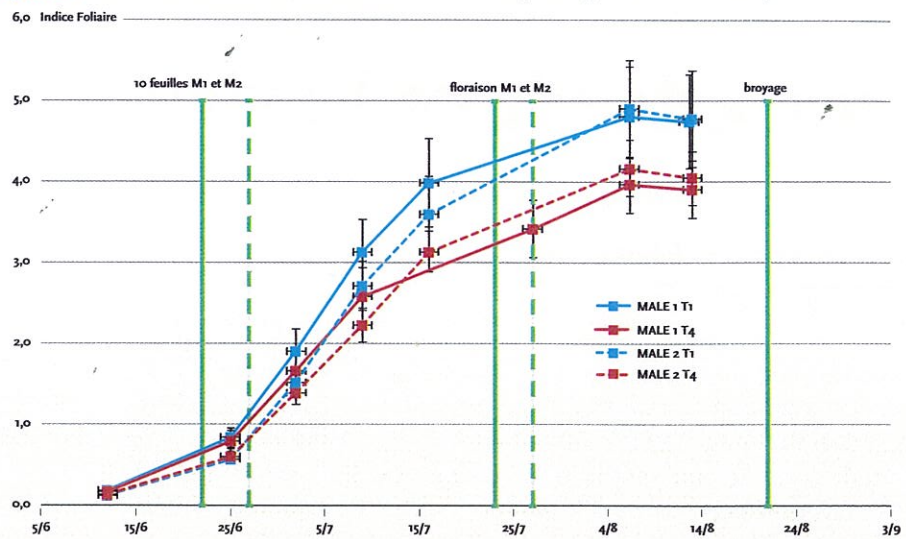
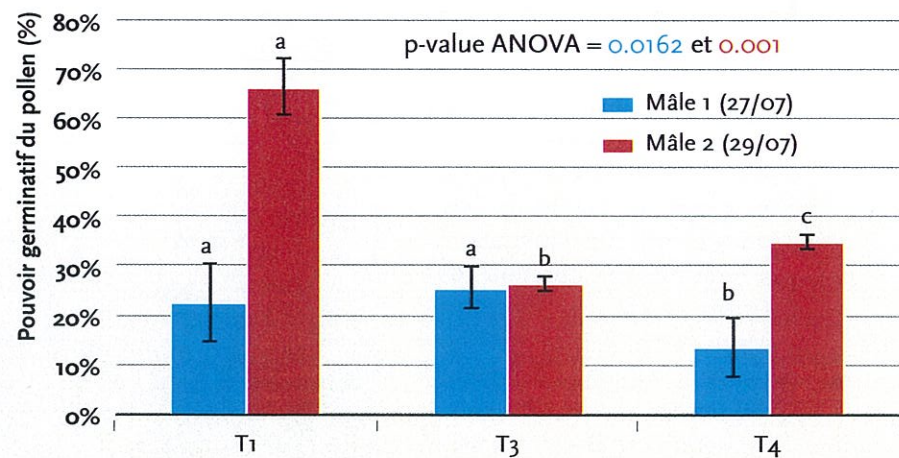


Figure 3 - Viabilité du pollen selon trois régimes hydriques en 2015



feuilles pour un hectare. Sur lignée, a fortiori sur des petits, voire moyens gabarits, une réduction de l'indice foliaire se traduit par une moindre interception du rayonnement participant à la photosynthèse, et donc à une perte de rendement.

L'indice foliaire est très nettement influencé par les régimes hydriques. Les stress qui débutent avant floraison limitent le LAI maximum pour les mâles ou pour les femelles. Un stress post-floraison accélère la senescence foliaire et diminue le LAI vert en fin de cycle.

Paramètres de la fécondation

Etape clé s'il en est du cycle d'une culture de maïs semence,

la période floraison – fécondation a bien sûr été suivie de très près dans ces essais. (Figure 3)

Côté géniteurs mâles, les effets des stress sont observés sur trois paramètres. Le développement des panicules est réduit : si la longueur du brin principal est peu modifiée, le nombre de brins secondaires et leur longueur sont diminués. Le potentiel pollinique est nettement affecté : il est réduit en régime T4 par rapport à T1 et le taux de pollen bloqué est augmenté. Mais c'est la viabilité du pollen qui est la plus sévèrement et régulièrement affectée : sur les trois années, pour des viabilités variables dans le témoin (de 20 à 70 %), celles-ci sont réduites de façon très significatives dans le régime restrictif (-45 % en



Régis Doucet / Arvalis-Institut du végétal

L'essai est doté d'une instrumentation importante pour le suivi hydrique.

moyenne sur 3 ans). Dans cette expérimentation, la lignée mâle utilisée était dotée d'un potentiel pollinique élevé. Les effets mis en évidence auraient eu un impact bien plus néfaste pour des lignées mâles dotées d'un potentiel plus limité.

Des mesures spécifiques réalisées sur le pouvoir fécondant du pollen (pollinisation croisée des femelles du régime T1 bien irrigué avec du pollen issu des régimes restrictifs T3 et T4) montrent des nombres inférieurs de grains par épi et des nombres de grains avortés en tendance supérieurs pour les régimes stressés.

Côté femelle, les diagnostics d'anomalies de fécondation montrent en 2015 un impact du stress hydrique sur le nombre potentiel d'ovules via une diminution du nombre de couronnes.

Ensuite, la capacité ovulaire à la fécondation (fécondation croisée des femelles T3 et T4 avec apport de pollen du mâle T1 bien irrigué) est en tendance affectée dans les régimes T3 et T4 par rapport à T1.

Composantes du rendement

Dans les conditions des trois années d'essai, les stress hydriques ont généré des pertes de rendement de l'ordre de

10 q/ha. Il est important de préciser que ces valeurs absolues de pertes de rendement ne peuvent pas être déconnectées du contexte expérimental dans lequel elles ont été obtenues.

Du fait des types de stress constatés, plutôt concentrés sur la période de 10 feuilles – stade limite d'avortement du grain – que sur la fin de cycle, c'est logiquement la composante grains/m² qui a été la plus régulièrement affectée. Les paramètres de fécondation présentés plus haut expliquent les écarts observés. Une analyse plus approfondie des résultats est en cours pour les relier plus précisément aux scénarii de stress. Sur les trois années, en rapport avec des conditions de fin de cycle assez clémentes, le poids de 1 000 grains est moins régulièrement touché dans ces essais.

C'est peut-être pour la même raison que nous n'avons pas observé d'effet des régimes hydriques sur la faculté germinative.

En conclusion

Bien que le traitement des données soit encore en cours, de nombreux enseignements peuvent d'ores et déjà être tirés de ces trois années d'essais, en particulier pour l'impact des stress hydriques précoces intervenant

entre 10 feuilles et floraison.

En affectant l'indice foliaire de l'un, l'autre ou des deux géniteurs, les stress précoces peuvent induire des perturbations lors de la phase de fécondation qui suit. De même, en limitant pour les femelles le nombre d'ovules (nombre de couronnes) et la capacité des ovules à être fécondés, ils affectent directement le potentiel de grains. Ces points appellent à prêter une attention toute particulière au démarrage des irrigations.

Dans la phase qui suit, la plus sensible, les effets du stress mis en évidence sur l'émission de pollen sont très spécifiques et particulièrement importants pour le maïs semence : réduction en tendance de la taille des panicules et du potentiel pollinique et surtout, réduction significative de la viabilité du pollen. Ils illustrent combien la régularité de l'irrigation est essentielle au cours de cette phase.

Les stress tardifs (post floraison à 50 % d'humidité du grain) ont été moins marqués dans nos conditions d'essai, mais provoquent néanmoins augmentation du nombre de grains avortés, sénescence foliaire accélérée, et baisse de poids de mille grains (PMG).

Les expérimentations vont se poursuivre sur le site de Gaillac pour mettre au point des stratégies d'irrigation selon différents niveaux de contraintes. ■

REMERCIEMENTS

Nous remercions pour le suivi des essais les équipes techniques d'Arvalis-Institut du végétal d'En Crambade (F. Couloumies, J.-P. Lachurie, P. Esparbie, A. Brasseur) et de Montans (S. Ayouba, Y. Mestouri, Y. Brandt, L. Alayrac) Nous remercions également Mme Bruel, agricultrice, qui met la parcelle à disposition, Caussade semences et les membres du groupe de travail Actions techniques semences – Irrigation.

