

Sécheresse :
Les clés pour
un maïs plus robuste

www.kws.fr

SEMER L'AVENIR
DEPUIS 1856



Editorial

Vous cultivez du maïs en France ? Vous n'avez certainement pas été épargné par le changement climatique des dernières années et il vous amène à vous poser des questions pour l'avenir de votre activité.

L'agriculture, comme d'autres activités, est directement concernée par ces changements. Et comme toute culture, le maïs est impacté également par les aléas climatiques. La sécheresse de 2022 a cependant démontré sa résilience en conditions stressantes, comparativement à d'autres cultures. Le maïs dispose **d'atouts forts pour sécuriser la production des éleveurs et des cultivateurs français.**

Par ailleurs, plusieurs leviers permettent de limiter l'impact d'une sécheresse sur maïs. **Suivez les conseils d'experts** réunis dans ce guide pour avoir un maïs plus robuste.



Sommaire

1. LE CHANGEMENT CLIMATIQUE : BILAN ET PROJECTION

- Les 3 caractéristiques du climat en France en 2023 6
- Projection à horizon 2050 7

2. EN CAS DE SÉCHERESSE

- Le manque d'eau : du ciel au sol 9
- Comment le maïs réagit-il à la sécheresse ? 10
- Quelle décision prendre pour l'ensilage en cas de sécheresse ? 13

3. LES DÉMARCHES DE KWS 15 À 17

4. FICHES PRATIQUES

- Préparation de sol : limiter ou corriger le tassement
pour un système racinaire développé 19
- Fertilisation : prévenir les carences afin d'avoir des plantes « robustes » 20 À 22
- Veiller aux précocités des hybrides pour limiter l'exposition
aux phases critiques 23
- Choisir des hybrides plus résilients 24 À 26
- Semer tôt et à la bonne densité 27 À 28
- Limiter la concurrence de la culture par les adventices et des ravageurs 29

CONCLUSION 30

Regards croisés

Face à l'enjeu, les experts issus du monde agricole se mobilisent pour partager leurs connaissances, analyses et points de vue. Une véritable richesse pour créer un guide, à la fois pour aujourd'hui et pour demain.

KWS

OLIVIER DE CROISOEUIL Directeur de production chez KWS à Buzet-sur-Baïse (47). La station s'étend sur 12 hectares et est à la fois une unité de production de semences expérimentales et commerciales.

RÉMY MERCERON et **JEAN-LUC DEMARS** Chefs marché maïs chez KWS. A l'interface entre la recherche KWS et les besoins des utilisateurs des semences, ils ont une vision transversale des problématiques en territoire et des comportements des génétiques face à la sécheresse.

OLIVIER BAYOU Agriculteur et apiculteur depuis 2007 à Thénac, en Charente-Maritime (17). Cultive sur 200 hectares du maïs, du blé, du tournesol et du blé dur.

PASCAL SCHOPP Responsable sélection grain pour KWS. A la tête de plusieurs programmes de sélection à travers l'Europe, de la recherche génétique jusqu'au développement des variétés destinées au marché du maïs grain.

Les outils créés par KWS

CULTIVENT Module interactif complet qui regroupe toutes les connaissances techniques sur le maïs.

A disposition des équipes techniques, auprès de leur contact KWS habituel.

ABC DU MAÏS Guide technique pour connaître la plante et réussir sa conduite.

À disposition des agriculteurs,
sur simple demande auprès de KWS.
> Recevoir l'ABC DU MAÏS

Autres sources d'informations

ARVALIS est le plus grand organisme de recherche appliquée agricole en France et le premier référent technique des grandes cultures.

> ARVALIS

MÉTÉO FRANCE propose des services et des produits d'expertise météorologique réalisés à partir des meilleures techniques de prévision, de climatologie et d'observation.

> MÉTÉO FRANCE

DRIAS les futurs du climat a pour vocation de mettre à disposition des projections climatiques régionalisées réalisées dans les laboratoires français de modélisation du climat (IPSL, CERFACS, CNRM).

> DRIAS



1

Le changement climatique : bilan et projection

Les 3 caractéristiques du climat en France en 2023

Des moyennes de températures en hausse

En France métropolitaine, les effets du changement climatique se traduisent principalement par la hausse des températures moyennes : **+1.7°C de 1900 à nos jours**. La moyenne mondiale s'établit à +0.9°C, selon le GIEC > **en savoir plus**. Le réchauffement est comparable d'une région française à l'autre mais son rythme n'est pas régulier. Il a notamment connu **une accélération depuis les années 1980**.

Des différences régionales au niveau des précipitations

L'évolution du cumul de précipitations diffère selon les régions et les saisons. Sur la période 1959-2009, on constate généralement **une hausse des précipitations annuelles dans la moitié nord et une baisse dans la moitié sud**.

Les extrêmes l'emportent

Depuis le milieu du XX^e siècle, le nombre de journées chaudes (températures maximales supérieures à 25 °C) augmente, tandis que le nombre de jours de gel diminue. **Les vagues de chaleur sont devenues plus fréquentes et plus intenses**. Concernant les vagues de chaleur aux températures anormalement élevées, les épisodes sont beaucoup plus nombreux au cours des dernières décennies : 3 fois plus ces 30 dernières années que durant les 42 années précédentes, selon Météo France.

On observe également une **intensification des pluies extrêmes** dans les régions méditerranéennes françaises. Les changements décrits ci-dessus ont des impacts sur l'évolution du cycle de l'eau. En particulier, la durée de la période d'enneigement en moyenne montagne diminue et l'évaporation des sols s'accroît, induisant **des sécheresses plus fréquentes et plus intenses**.



Les conséquences pour le maïs

Selon les zones géographiques et le réservoir utilisable du sol, les impacts diffèrent. On identifie tout de même généralement :

► **Un cycle plus court** : 10 à 30 jours d'avance à la récolte entre les années 60 et les années 2020.

► Des risques accrus de **températures échaudantes** : exemple pour Rennes (35) doublement du risque entre les années 60 et 2020 (34% à 67%, Source Arvalis - Journées de l'innovation 2023).

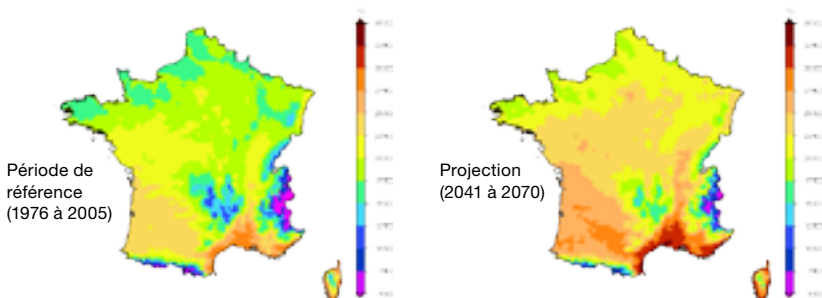
► **Un déficit hydrique** d'intensité variable.

Projection à horizon 2050

A long terme, tout dépendra de l'intensité du changement climatique c'est-à-dire de l'évolution des émissions mondiales de gaz à effet de serre. En France, les tendances établissent :

- ▶ **la hausse des températures moyennes** entre 0.6 et 1.3°C , plus forte dans le Sud Est en été
- ▶ **l'augmentation du nombre de jours de vagues de chaleur** en été, notamment pour le Sud Est
- ▶ **la diminution du nombre de jours froids** en hiver, notamment pour le quart Nord Est

Évolution des températures en France par la DRIAS



Somme des températures en base 6°C d'avril à octobre avec stabilisation des émissions de CO2

“ On subit tous mais on ne peut plus faire l'autruche. Le changement climatique est une réalité. Pour l'agriculture, quelles que soient les cultures, il va falloir nous adapter et l'accès à l'eau va devenir un enjeu majeur, avec des conséquences énormes. Les progrès scientifiques vont apporter des éléments de solution, avec la génétique en 1^{er}, mais il faudra une approche de société sur la gestion de l'eau pour sécuriser l'activité agricole. Le maïs est mieux adapté que d'autres cultures par rapport aux aléas climatiques. Il faut tout même sécuriser la phase de floraison. ”

Olivier, agriculteur



Les conséquences pour l'agriculture et le maïs

- ▶ Les stades vont continuer de se précipiter engendrant donc **des cycles accélérés** avec un gain d'une dizaine de jours pour la floraison du maïs et de 15 à 25 j pour la maturité.
- ▶ **Une hausse des températures à la floraison** avec un risque échaudant accru. Par exemple : 10% à 36% envisagés à Caen (14).
- ▶ Une augmentation de la variabilité des aléas avec des **stress hydriques hétérogènes** selon la situation initiale et difficiles à anticiper.



2 En cas de sécheresse

Le manque d'eau : du ciel au sol

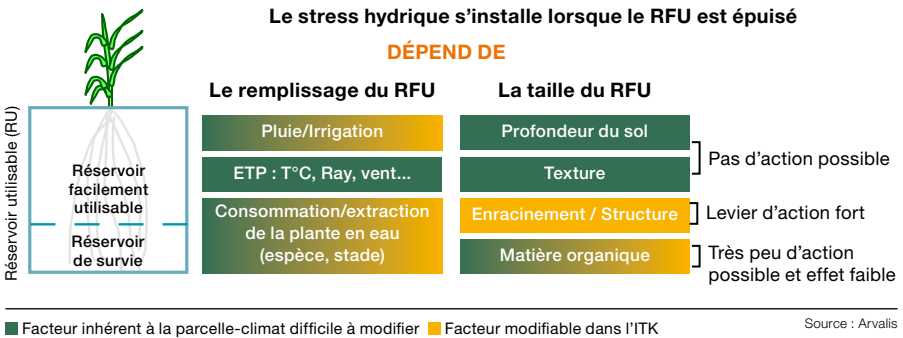
En période de sécheresse, de nombreux facteurs sont perturbés : température du sol et de l'air, humidité de l'air, intensité lumineuse, nutrition des plantes via la solution du sol, l'activité biologiques des auxiliaires et ravageurs, gestion des adventices, régulation stomatique des plantes... En agriculture, la sécheresse provoque **un déséquilibre aux multiples facettes**. Le changement climatique, du fait de l'évaporation liée à la hausse des températures, renforce **l'intensité et la durée des sécheresses des sols**. Intéressons-nous alors au sol, notamment son réservoir utilisable.

Le Réservoir Utilisable Maximal est la quantité d'eau que le sol peut stocker en théorie. Le plus important est le Réservoir Utilisable (RU, exprimé en mm) qui est exploitable par les cultures c'est à dire la quantité d'eau que le sol peut stocker ET restituer aux plantes pour leur développement. Il dépend donc du sol et du système racinaire des plantes.

Profondeur exploitation racinaire (en cm) de quelques espèces (hors obstacle)

	Céréales d'hiver	Céréales de printemps	Maïs	Pois
standard	80-120	80	75-90	65-80
Maxi	150-200	90-140	150-175	100

Optimiser l'enracinement pour limiter le stress hydrique



Les différentes sécheresses par Météo France

▶ **La sécheresse météorologique :**
un déficit prolongé de pluies.

▶ **La sécheresse agricole :**
un déficit en eau des sols qui pénalise le développement de la végétation.

▶ **La sécheresse hydrologique :**
les lacs, rivières ou nappes souterraines montrent des niveaux anormalement bas.

Comment le maïs réagit-il à la sécheresse ?

1. Même en sécheresse, le maïs progresse

Connaissez-vous le point commun entre le maïs et la canne à sucre ? Ce sont toutes 2 des plantes d'origine tropicale, avec un fonctionnement photosynthétique en C4 alors que la majorité des plantes sont en C3. C'est **la première étape de la photosynthèse** qui est à l'origine de cette classification : chez les plantes en C3, le CO2 atmosphérique est directement utilisé pour la photosynthèse (cycle de Calvin) alors que pour les plantes dites en C4 un autre cycle de fixation intervient en amont du cycle de Calvin. Concrètement, c'est cette succession de 2 cycles qui participe à la supériorité du fonctionnement des plantes en C4, avec **plus de performances en conditions de culture avec rayonnement important, des températures élevées et/ou des conditions de déficit hydrique** (source Arvalis, stades du maïs, comprendre les étapes physiologiques du rendement)

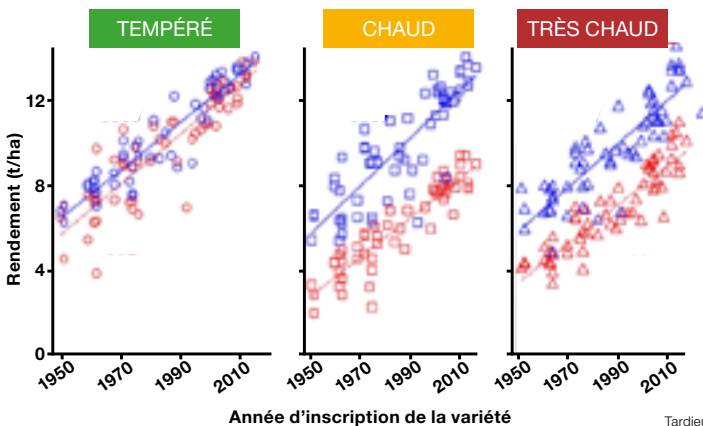
Conséquence : même en condition de stress hydrique, le rendement est au rendez-vous comme l'a mesuré Arvalis dans le projet européen Amaizing.

Le progrès génétique continue même en conditions de stress hydrique



66 variétés hybrides de maïs, inscrites de 1950 à 2015 (très cultivées) testées dans 6 environnements distincts

■ sans stress hydrique ■ avec stress hydrique



Un progrès génétique + 1q/ha/an dans tous les scénarios climatiques

2. Comportement face au stress hydrique

L'enroulement des feuilles, première manifestation du stress, est spectaculaire mais constitue pourtant une protection de la culture qui limite ainsi sa transpiration mais également sa photosynthèse. De cette manière, **elle sécurise sa croissance**.

Sous l'effet combiné de la sécheresse et des fortes chaleurs, ce sont surtout **les défauts de fécondation ou l'avortement des jeunes grains** qui sont à craindre. En effet, les ovules sont particulièrement sensibles à ces conditions extrêmes, et la viabilité du pollen est également réduite.



Des conséquences différentes selon le stade

“ *Le semis précoce ou de variétés plus précoces est une stratégie pour esquiver les fortes chaleurs et limiter le stress hydrique à une période cruciale dans le cycle du maïs qu'est la floraison, expliquent Jean-Luc Demars et Rémy Merceron. De plus, en semant plus tôt, le maïs profite d'un maximum de degrés jour et accumule de la température pour produire du grain.* ”

Plus d'informations en page 23

Des différences entre variétés

Si une sécheresse affecte l'ensemble des variétés, l'impact sera différent entre hybrides. Cette variabilité face au stress est à prendre en compte dans le choix de vos semences.

Plus d'informations en page 25



Conséquences du stress hydrique

▶ En pré-floraison :

en cas de stress supérieur à une semaine, les stomates de la plante sont durablement affectés. La taille des plantes et la surface foliaire seront plus faibles.

▶ En pleine floraison :

phénomène de protandrie avec un décalage entre l'émission du pollen et la sortie des soies. Au-dessus de 35°C, les soies ne vivront pas plus de 6 heures !

▶ Après la floraison :

Un manque d'eau dans les 2 ou 3 semaines qui suivent la floraison, aura pour conséquence des avortements de grains et donc la limitation du nombre final de grain. En fin de cycle, un manque d'eau pourra entraîner un dessèchement précoce de la partie tige et feuilles.

3. Diagnostic du manque d'eau et conseils

Période

- ▣ De la montaison jusqu'au stade ensilage

Symptômes

- ▣ Pincement, dessèchement des feuilles
- ▣ Réduction de la masse végétative
- ▣ Problème de fécondation ou de remplissage des épis



Impact

- ▣ Pertes de rendement pouvant être totales
- ▣ Fourrage : baisse de la qualité, problèmes de tassement

Causes

- ▣ Faible pluviométrie et / ou faible RU du sol
- ▣ Désherbage mal maîtrisé = salissement et concurrence
- ▣ Mauvais enracinement
- ▣ Conduite culturale non adaptée (densité, irrigation, semis tardif...)

Remèdes

- ▣ Curatif : irrigation autour de la floraison +/- 3 semaines
- ▣ Préventif : conduite agronomique adaptée (variété plus précoce, date de semis avancée, densité plus faible, gestion de l'irrigation...), variété rustique

Source : ABC du maïs de KWS

Quelle décision prendre pour l'ensilage en cas de sécheresse ?

En conditions normales, le chantier d'ensilage aura lieu **entre 30 et 35 % de matière sèche**. Ce stade est le meilleur compromis entre le rendement, la valeur alimentaire et les conditions de conservation au silo. En cas de dessèchement prématuré, faut-il ensiler précocement certaines parcelles ? Sauf cas extrêmes comme un maïs sans épi, la décision doit être prise après le stade limite d'avortement des grains (SLAG), **soit environ 15-20 jours après la floraison femelle**. La décision sera prise en fonction du nombre de grain pondéré par l'état de l'appareil végétatif.

Pour prendre la bonne décision, un tour de plaine s'impose !

Etape n°1 : Visiter vos différentes parcelles de l'exploitation afin d'avoir **une vision globale de l'état végétatif des plantes**. Attention aux parcelles hétérogènes qui peuvent marquer des zones de stress intenses sans pour autant refléter la situation générale. Ne pas s'en tenir à l'observation des plantes en bordures. Leur gabarit et leur état ne reflètent pas forcément le reste de la parcelle.

Etape n°2 : Observer les plantes, du plus général au plus précis : hauteur moyenne et hétérogénéité, état des feuilles : vertes, jaunes, desséchées ; au-dessus, au niveau et au-dessous de l'épi.

Etape n°3 : Estimer le nombre de grains par m² Ne pas confondre les grains viables, en cours de remplissage, et les grains avortés.



Comment estimer le nombre de grains par m² ?

Le comptage est possible de **trois semaines après la floraison femelle (SLAG) jusqu'à la récolte**. Il est conseillé de le réaliser sur des zones représentatives, en dehors des bords de champ.

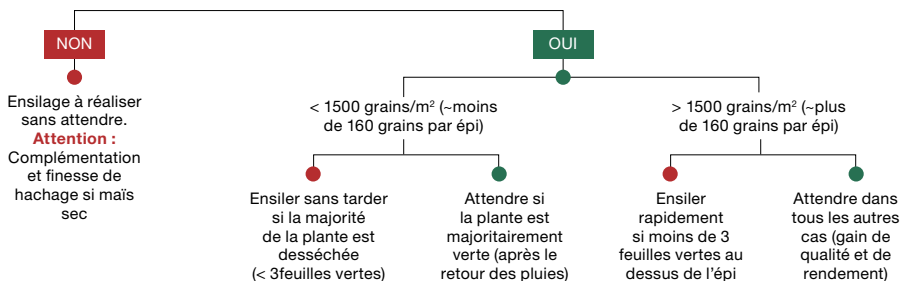
▶ **Comptage du nombre d'épis par m²** sur au moins 3 fois 10 m² (ex. : 1 rang sur 13.33 m pour écartement de 75 cm ou 1 rang sur 12.5 m pour 80 cm d'écartement)

▶ **Comptage du nombre de grains par épi** (= nb de rangs x nb grains par rangs) sur au moins 3 fois 20 épis successifs.

Outil d'aide à la décision d'ensilage

La décision d'ensiler se prend aux champs par **l'observation globale des parcelles** et en tenant compte de **la météo annoncée** la semaine suivante. Dans un contexte de pénurie de fourrage, un soin particulier sera apporté au chantier pour obtenir un rendement maximal, tout en optimisant ensuite la ration du troupeau par l'analyse nutritive. Voici les questions à se poser et les conseils pour faire le bon choix.

Après la floraison, le maïs présente-t-il un épi ?



À retenir

- Plus le nombre de grains mis en place est élevé, plus le potentiel de rendement est élevé et donc plus on aura intérêt à attendre avant d'ensiler afin de favoriser le remplissage (sous réserve de feuilles encore fonctionnelles).
- Plus la partie "tige + feuille" conserve des feuilles vertes, plus la culture aura de chance d'évoluer normalement, surtout en cas de retour des pluies.
- Une plante complètement desséchée n'a pas d'avenir. Elle ne repartira pas, même en cas de retour de pluie.



Les 4 bonnes pratiques d'un ensilage précoce

- Le maïs le plus desséchés en premier, disposés sur le fond silo
- Adapter la finesse de hachage pour assurer un bon tassement et un bon processus de conservation (8-10 mm pour un maïs sec)
- Tassage adapté : il faut le minimum d'air dans le silo !
- Si les maïs desséchés ne concernent qu'une partie de la sole maïs, préférer 2 chantiers de récolte distincts.



3 Les démarches de KWS

Mesurer la performance

“ Des défis s’imposent aux agriculteurs d’aujourd’hui comme le stress hydrique, les nouvelles maladies, les parasites. ”

“ Le rôle d’un sélectionneur, c’est de venir apporter à l’agriculteur, des solutions pour lutter contre ces nouveaux défis. Nos sélectionneurs travaillent à élaborer de nouvelles variétés qui soient moins gourmandes en eau, moins demandeuses en eau et aussi des variétés qui vont être moins sensibles à tous les stress environnementaux, comme certains insectes, bactéries ou encore champignons. ”



comme l’expliquent Olivier de Croisoeuil et Pascal Schopp



La recherche KWS en France par an

▶ 270 000 micro-parcelles d’essais dans des situations limitantes comme fort potentiel

▶ >415 ha d’essais répartis sur le territoire français

▶ Des essais spécifiques en situation limitantes en eau et en azote

▶ KWS investit 30% de son budget R&D dans des essais en situations limitantes.

KWS est présent depuis 1996 sur les terres du sud-ouest avec son **centre d’expérimentation et de production de semences installé à Buzet-sur-Baïse (47)**.



Variétés de maïs issues d’une recherche 100% française.

Véritable vitrine technologique du savoir-faire de l’entreprise. En effet, elle répond notamment à 35 % du marché mondial en betterave, 70% de celui du colza en Europe et 15 % en maïs. Grâce à ce centre, KWS propose d’avoir à son catalogue **des variétés de maïs issues d’une recherche 100% française**, prenant en compte les spécificités locales.

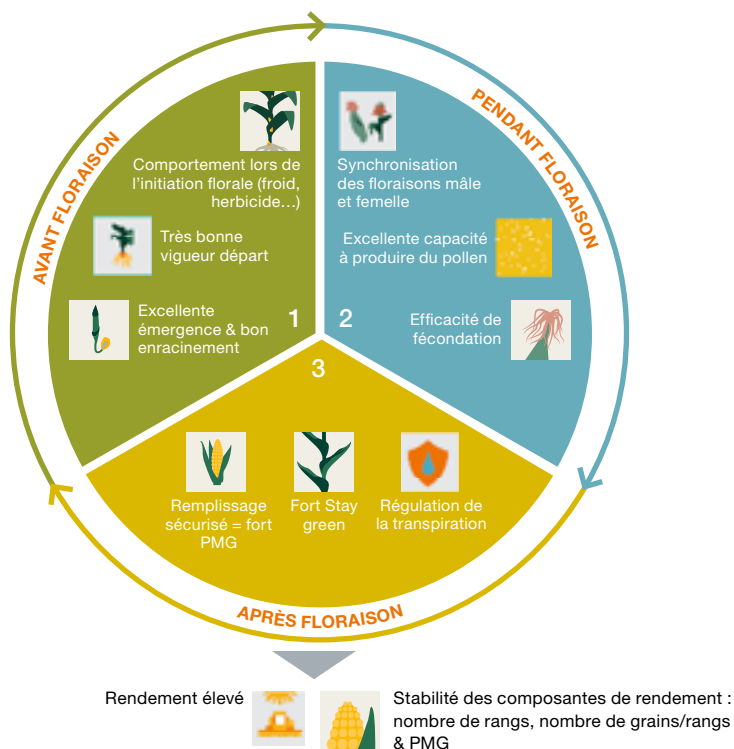
Vers des variétés plus résilientes

Pour s'adapter aux aléas climatiques et permettre aux agriculteurs de continuer à produire, KWS multiplie la recherche et les essais afin de **sélectionner les hybrides les plus adaptés** :

- ▣ aux fortes températures
- ▣ à accéder à l'eau aux conditions limitantes en eau et en azote
- ▣ à avoir les meilleures performances en toutes conditions

En tant que semencier, KWS travaille le comportement de ses hybrides pour proposer **des solutions génétiques aux situations de sécheresse**. A partir de mesures avant, pendant et après la floraison, plusieurs variétés sont en cours d'identification en France comme les plus résilientes à la sécheresse. L'objectif est de **labéliser ces variétés « ClimaControl[®] »**, démarche déjà développée par KWS en Europe de l'Est.

Les clefs de la résilience variétale en maïs



4

Fiches pratiques

Les facteurs contributifs d'une sécheresse sont multiples avec par ordre d'importance : le climat, le sol et les pratiques agricoles. Pour les agriculteurs, **les « pratiques agricoles » sont à portée de main pour limiter les effets d'une sécheresse.**

Il n'y a pas de solution miracle pour gérer ce type de stress ! Néanmoins, **la combinaison des actions limitera l'exposition de la culture à la sécheresse estivale**, avec des enjeux forts en termes de rendement mais aussi économique.

L'objectif de **ces fiches pratiques** est ainsi de rappeler les facteurs de performances en situation de sécheresse. Il vous guide dans **les actions à envisager**, depuis le choix variétal jusqu'à la fertilisation en passant par la préparation de sol.

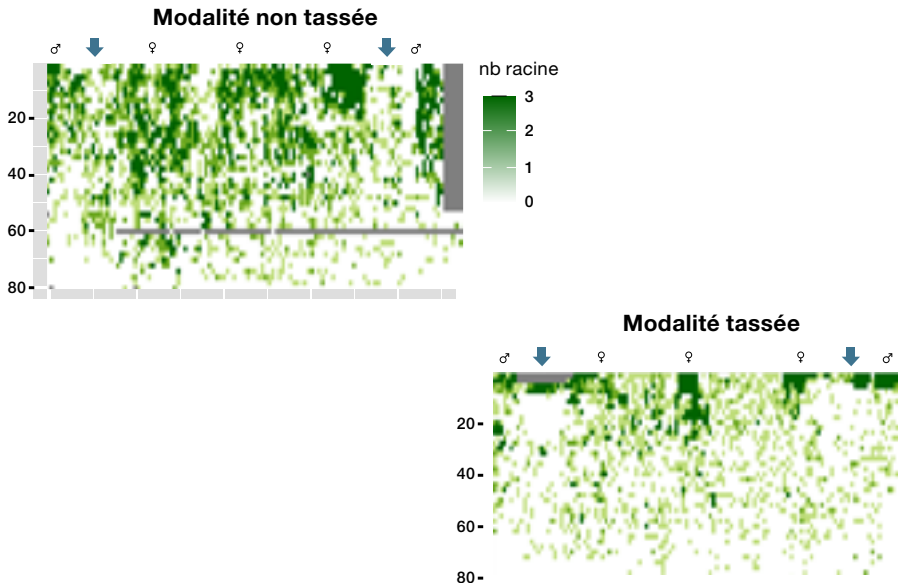
Préparation de sol : limiter ou corriger le tassement pour un système racinaire développé

Objectifs

- Favoriser l'accès au maximum de volume de sol pour le maïs ;
- Maximiser la capacité de rétention en eau via une bonne structure et une bonne porosité (absence tassement) ;
- Minimiser les pertes par évapotranspiration

Conseils pratiques

1. Absence de travail du sol en conditions humides
2. Eviter tout tassement en limitant le nombre de passages, et en veillant aux conditions d'intervention - notamment lors des apports organiques avant semis. Le maïs est très sensible au tassement avec un impact sur le rendement mesuré à 35% en fourrage ! (Source Arvalis, étude multiculture sur 5 ans)
3. Dans les sols très lourds, rechercher un travail profond en veillant bien aux conditions d'intervention (sol sec ou bien ressuyé)



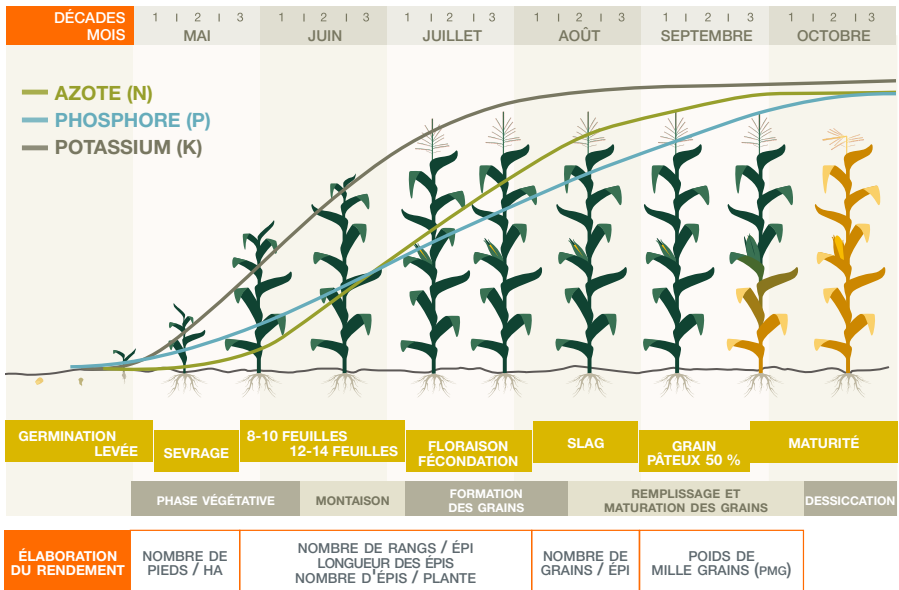
Source : Arvalis

Fertilisation : prévenir les carences afin d'avoir des plantes « robustes »

Objectifs

bien alimenter les plantes pour les rendre moins vulnérables aux aléas climatiques. 3 niveaux sont à surveiller : la fertilisation azotée, la fumure de fond et les oligoéléments

Eléments nutritifs : absorption



Source : Guide ABC du maïs de KWS

L'apport en azote

- Répondre aux besoins de la culture : exemple en Azote 14 u / t MS en fourrage et 2/2,3 u /q en grain.
- Répondre aux besoins des plantes en quantité et en timing : 85% des besoins en azote du maïs se concentrent entre le stade 6-8 feuilles et la fin de la floraison femelle.
- Eviter les pertes pour un maximum d'efficacité des unités apportées. Une stratégie en plusieurs apports est à envisager selon la forme d'azote.

Fertilisation : prévenir les carences afin d'avoir des plantes « robustes »

Potasse : Assurer une disponibilité suffisante dans le sol

Le potassium est un facteur important dans le comportement / stress hydrique (action sur les stomates).



Source : Cultivent KWS

Pour rappel, le maïs est moyennement exigeant en potasse (exportation 11,9 kg/t MS en fourrage ; 0,5 kg/q en grain). Toute carence a un impact fort sur la culture : 10 à 20% en condition météo « normale », davantage en situation de stress hydrique.

Les systèmes de cultures avec beaucoup d'exportations (maïs, herbe, céréales avec pailles enlevées...) sont déficitaires en potasse : à l'échelle d'une rotation fourrages/céréales avec export des pailles, le bilan phospho potassique est très déficitaire en potasse (~100 u / an) alors qu'il est équilibré en phosphore. Tout dépend donc du niveau initial dans le sol (stock) et l'enjeu est de le surveiller pour prévenir toute carence.

Fertilisation : prévenir les carences afin d'avoir des plantes « robustes »

Conseils pratiques

- ▶ Faire des analyses de sol régulièrement pour apprécier la disponibilité en P, K, en oligo-éléments et le statut acido basique (objectif pH 6,5 pour que le sol fonctionne au mieux).
- ▶ Appliquez la méthode du bilan pour calculer les apports à réaliser ;
- ▶ Adapter la date des apports organiques à leur vitesse de minéralisation : apporter tôt les fumiers (dès autorisation réglementaire) notamment pailleux pour ne pas créer de faim d'azote au moment du sevrage du maïs. Des essais menés en coopérative dans l'Ouest de la France ont mesuré une perte de 300 à 500 kg de MS par semaine de retard d'apport des fumiers à partir du 15 Mars.
- ▶ Enfouir les effluents pour limiter leur volatilisation et préserver leur valeur fertilisante. Les pertes par volatilisation ont en effet été mesurées entre 20 et 80% selon le type d'effluent et les conditions météorologiques (source Arvalis).
- ▶ Désherber tôt pour que les unités fertilisantes soient valorisées par le maïs et non pas les adventices.
- ▶ Appliquer un engrais starter (Phosphore+Zinc) pour développer la robustesse de la culture dès les premiers stades. Une plante robuste est en effet moins vulnérable aux aléas climatiques (printemps froid, été sec...). La localisation de l'engrais au semis du maïs permet d'apporter le phosphore, élément peu mobile, à proximité des racines, ce qui se traduit par une meilleure vigueur au départ.



Le potassium intervient dans la résistance au stress hydrique

Source: KWS

Veiller aux précocités des hybrides pour limiter l'exposition aux phases critiques

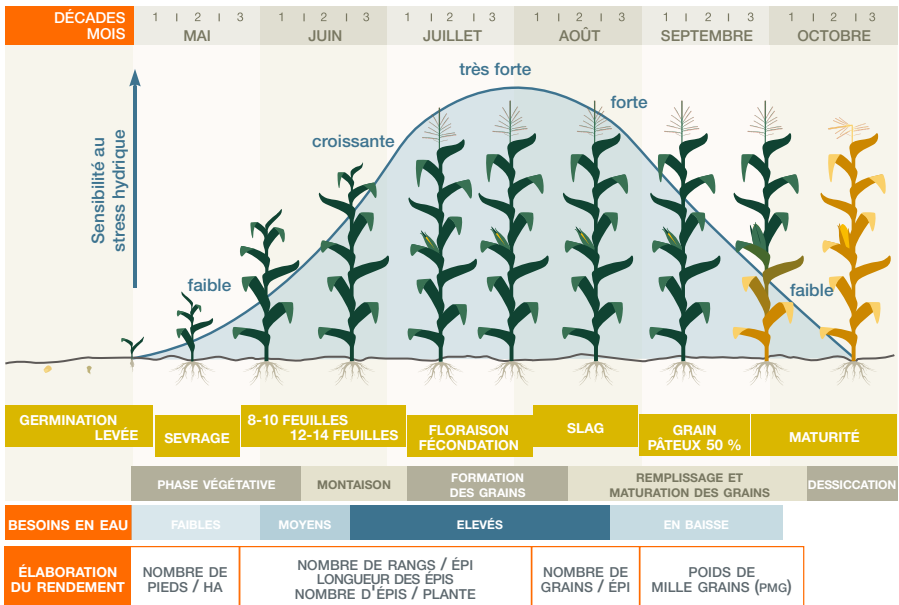
Objectifs

- Éviter la floraison du maïs en période de canicule/sécheresse : stratégie de l'esquive > semis précoce avec des hybrides à floraison précoce
- Répartir le risque : « pas tous les œufs dans le même panier » c'est-à-dire cultiver 3/4 variétés à minima sur la sole maïs

Conseils pratiques

- Choisir des variétés dans 2 classes de précocité différentes pour limiter les risques climatiques
- Semer tôt, avec des variétés plus précoces (cf fiche N°5)
- Identifier les variétés à floraison précoce : à humidité ou teneur en MS finale identique, les dates de floraison peuvent être très différentes la stratégie de l'esquive du coup de chaud est à considérer avec les variétés à floraison précoce

Besoins en eau



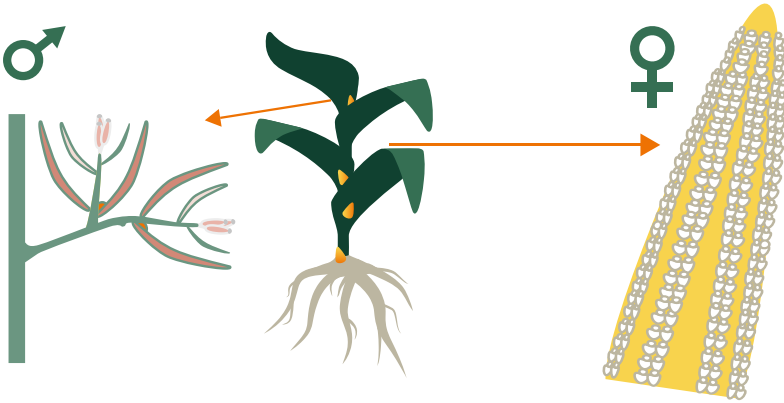
Source : Guide ABC du maïs de KWS

Choisir des hybrides plus résilients

Objectifs : limiter les impacts du stress hydrique estival avec des variétés plus résilientes.

La physiologie de certains hybrides leur permet un meilleur comportement en situation de stress. 3 étapes clefs sont à surveiller :

1. AVANT FLORAISON : détermination des inflorescences & initiation de l'épi



Entre 7 et 10 feuilles, la plante maïs initie ses inflorescences > tout stress (hydrique, chimique -herbicide-, gel, concurrence /adventices, ...) va impacter la production des gamètes avec une réponse au stress différente selon les hybrides. La fertilité en pollen peut être affectée chez certaines variétés et impacter plus tard la fécondation. Le stress peut aussi limiter la programmation des épis (nombre de rangs et nombre de grains/rang) pénalisant d'emblée le potentiel de rendement. La réponse variétale est également variable sur ce paramètre.

Choisir des hybrides plus résilients

2. PENDANT LA FLORAISON : pour une fécondation sécurisée

La floraison est la période la plus critique au niveau des besoins en eau : la plante termine sa croissance, émet la panicule avec son pollen + les soies et développe les embryons.

Les hybrides tolérants au stress hydrique effectuent :

- ▶ Les floraisons mâles et femelles dans le même temps et dans un délai très court
- ▶ Absence d'épi secondaire qui perturberait la floraison
- ▶ Une floraison précoce afin d'esquiver les épisodes les plus critiques en termes de sécheresse et de chaleur estivale

La pollinisation doit avoir lieu quelles que soient les conditions et même sans vent : les variétés tolérantes à la sécheresse ont une panicule bien dégagée au-dessus de la dernière feuille.

Les différences peuvent être importantes entre variétés



Panicule bien dégagée des dernières feuilles

Hybride 1

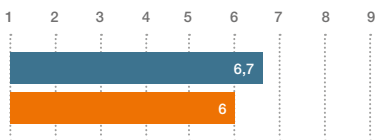


Panicule non sortie de la dernière feuille (mauvaise émission de pollen)

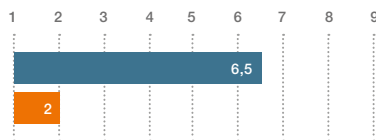
Hybride 2

Note de sortie de panicule - Source KWS

Hybride 1



Hybride 2



■ sans stress ■ avec stress

Choisir des hybrides plus résilients

3. APRÈS LA FLORAISON : finalisation du rendement avec la composante « poids de mille grains »

Les facteurs importants dans cette dernière étape sont :

- ▼ La rapidité du remplissage depuis la floraison pour limiter l'avortement des grains
- ▼ La couverture des épis par les spathes (afin de limiter les pertes d'eau) jusqu'au stade « point noir »
- ▼ Le stay green de la variété pour un maximum de transfert dans les grains
- ▼ Le différentiel de PMG des variétés entre situations (stabilité de remplissage quelles que soient les conditions)



Concrètement, pour le choix variétal, le critère « stabilité de rendement » dans les essais pluri-annuel est un élément distinctif à prendre en compte. Il synthétise l'ensemble des critères évoqués et est représentatif de la résilience des variétés.

Semer tôt et à la bonne densité

Objectifs

- ▶ esquisser le stress à floraison en précocifiant le cycle
- ▶ permettre le meilleur démarrage possible de la culture pour un bon enracinement et un meilleur comportement en cas de stress estival
- ▶ permettre à chaque graine de se développer le plus possible pour contribuer au meilleur rendement accessible

Conseils pratiques

1. Semer précocement c'est-à-dire dès que les conditions le permettent : sol réchauffé (supérieur à 10°C à 5 cm de profondeur) ; sol ressuyé, absence de prévision de gel et d'abats d'eau conséquents. > « aussitôt que possible, aussi tard que nécessaire ». **l'objectif reste et restera une levée en moins de 15 jours**

- ▶ Dans le futur proche : **avancement des dates de semis de 10j max par rapport au passé récent (85-2005)**

Avancer les semis : oui, mais de manière raisonnable
> semis fin mars-début avril resteront à risque

2. Maintenir la densité de semis : moins de densité = moins de rendement (source Arvalis)

- ▶ **Même en situation de risque de stress hydrique ou de baisse des prix, réduire la densité n'est pas forcément intéressant**

Choisir la densité d'abord selon **la précocité/climat et non un niveau de stress hydrique** impossible à prévoir au semis

- ▶ **Une baisse de 10 000 gr/ha maximum peut-être envisagée dans les sols superficiels non irrigués**

Recommandations : l'objectif de peuplement est à ajuster à la précocité et au potentiel

Précocité	Type de grain	Densité visée à la récolte	
		En potentiel moyen	En bon potentiel
Très précoce (S0)	Cornés ou cornés-dentés	105 000	115 000
précoce (S1)	Cornés ou cornés-dentés	100 000	110 000
	Dentés	90 000	105 000
Demi-précoce (S2)	Cornés ou cornés-dentés	90 000	100 000
Demi-précoce (S3)	Dentés	85 000	95 000
Demi-tardif (S3)	Dentés	80 000	90 000

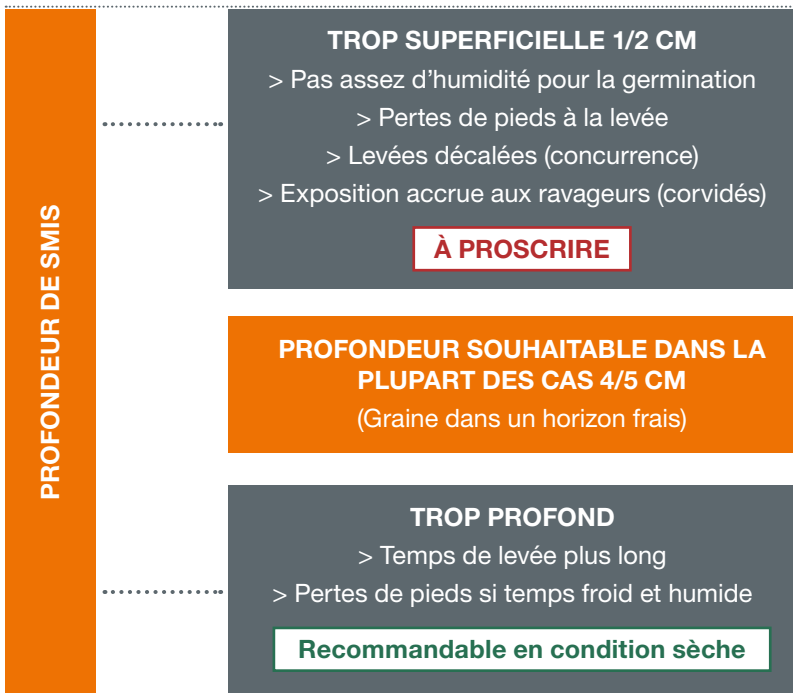
Densités de culture recommandées en maïs fourrage (en nombre de plantes/ha à la récolte), selon le potentiel attendu, le type de grain et la précocité. Pour le maïs grain, diminuer les densités de 5000 plantes/ha par rapport au maïs fourrage.

FICHE 5 (suite)

Semer tôt et la bonne densité

Choisir un hybride vigoureux à l'installation et appliquez un engrais starter

3. Réviser le semoir avant les semis pour une bonne régularité entre plantes (chaque graine doit exprimer son potentiel sans être « concurrencée par ses voisines ») et de même profondeur
4. Semer à 5 cm de profondeur et vérifier régulièrement la profondeur de semis tout au long du chantier



Source: Cultivent KWS

5. Appliquer un engrais starter pour développer la robustesse de la culture dès les premiers stades. Une plante robuste est en effet moins vulnérable aux aléas climatiques (printemps froid, été sec...).

Limiter la concurrence de la culture par les adventices et des ravageurs

Objectifs

valoriser les ressources en eau et en nutriments pour le maïs et préserver la qualité sanitaire

Conseils pratiques

- ▶ Gérer les populations de ravageurs tout au long de l'année : destruction des habitats en hiver (broyage des cannes de maïs qui servent de refuge hivernal aux larves de pyrales et sesamies), intervention si nécessaire en végétation
- ▶ Intervenir précocement pour contrôler les adventices au stade jeune (3 feuilles max du maïs) afin de prévenir la concurrence hydrique et azotée avec la culture
- ▶ Intégrer le désherbage mécanique dans les stratégies de désherbage en période sèche : herse étrille avant levée du maïs, houe rotative jusqu'à 3 F et binage ensuite. L'adage « un binage vaut 2 arrosages » est difficile à généraliser mais l'impact d'un binage a des effets sur la prospection racinaire de la plante et sur la structure du sol donc au final sur le comportement / sec.
- ▶ Éviter la monoculture et intégrer le maïs dans la rotation (assolement diversifié) pour limiter la sélection de flore et le risque de résistance.



En conclusion

La conduite des cultures va continuer d'évoluer pour s'adapter au changement climatique. Dans ce contexte, le maïs présente des atouts forts pour sécuriser la production et les exploitations concernées par la sécheresse ont pu observer sa meilleure résilience face aux conditions aléatoires.

Alors que 2023 commence déjà par des restrictions de l'usage de l'eau dans certaines régions françaises, il est nécessaire d'agir en actionnant tous les leviers accessibles pour limiter les impacts sur la performance des exploitations.

“ On recherche non plus le maximum de rendement mais plutôt l'optimum, compte tenu des risques liés aux aléas climatiques. Pour limiter la « casse », je m'efforce **d'adapter l'itinéraire technique** pour limiter les pertes en eau. J'ai notamment fait évoluer les peuplements (écartement 60 cm pour favoriser le recouvrement du sol et éviter ainsi les pertes par évaporation et pour optimiser la répartition spatiale des plantes) et baissé légèrement la densité pour assurer le rendement en cas de sécheresse. Sur le choix variétal, je préfère **les produits « 4x4 »** aux « formules 1 » qui sont certes plus performants sur le papier mais plus sensibles aux aléas en végétation. Mon objectif est de passer le stade critique de la floraison avant le coup de chaud, du coup, j'ai revu à la baisse les précocités maïs car des semis très précoces ne sont pas possible dans mon secteur. ”

Olivier, agriculteur

Devant ce nouveau défi, il n'y a pas de solution unique et simple mais la génétique et les itinéraires culturaux sont une voie de progrès. KWS s'engage à vos cotés pour relever ensemble ce nouveau challenge.



Recevez votre Guide Maïs chez vous

Outil technique et carnet pratique créé par KWS
Indispensable pour réussir votre maïs !

[Cliquez ici](#)
