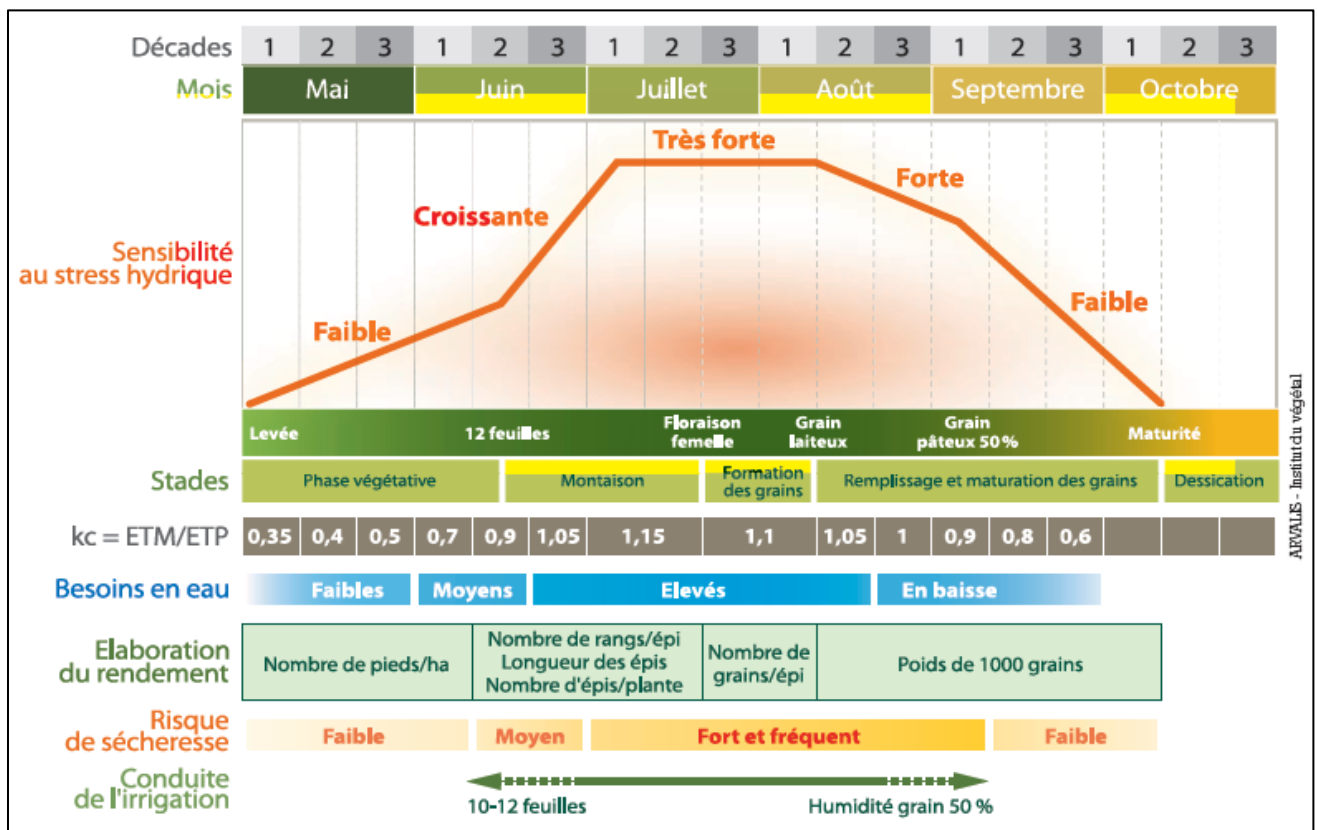


IRRIGATION DU MAIS GRAIN

Chacune des composantes du rendement du maïs s'élaborent plus ou moins rapidement au cours de son cycle de développement : nombre de plantes par hectare, croissance et différenciation des feuilles, nombre d'épis, nombre de grains par plante, remplissage des grains. Elles sont dépendantes du contexte pédoclimatique, de la conduite culturale et de la variété cultivée.

A l'inverse des céréales à paille, le maïs dispose de peu de capacité de compensation si l'une des composantes est pénalisée. Si une certaine compensation peut se réaliser entre le nombre de grains au mètre carré et le Poids Mille Grains (PMG), un défaut de régularité de peuplement est rarement rattrapable dans la suite du cycle. Appréhender les stades de forte sensibilité au stress hydrique est donc essentiel.

Sensibilité au stress hydrique du maïs conso



La période de sensibilité au stress hydrique s'étend du stade **10 feuilles au stade 50% d'humidité du grain** (32% de matière sèche pour la plante entière) dans les sols superficiels. La phase de très forte sensibilité s'étend du stade 12-13 feuilles au Stade Limite d'Avortement des Grains (SLAG). Ce stade est atteint 250 degrés jours après le stade *Floraison Femelle*. Passé ce stade les avortements de grains sont très réduits. Il existe donc différents types de stress hydrique au cours du cycle de la plante :

- **Stress précoce** (avant l'initiation de l'épi et de la panicule) : Ce stress a un effet limité sur le rendement. Cependant il induit un ralentissement de la croissance, un enroulement des feuilles, une réduction de la surface foliaire et potentiellement une perte en nombre de pieds/m² dans les cas les plus extrêmes.
- **Stress à floraison** : Ce stress impacte fortement le nombre de grains par épi et donc le rendement final et la valeur alimentaire du fourrage en cas d'ensilage
- **Stress lors du remplissage du grain** : Un stress intervenant après le SLAG accélère la sénescence des feuilles et peut accroître le développement de maladies (comme la fusariose des tiges) et la sensibilité des tiges creuses. Son effet majeur a lieu sur le PMG qui peut être nettement diminué (20%), d'autant plus que la variété oriente son potentiel de rendement sur cette composante.

Déclenchement de l'irrigation

Avant 10 feuilles la consommation en eau est faible, inférieure ou égale à 0.5 ETP et le risque de stress hydrique est assez limité. Si une irrigation peut être envisagée au moment de la levée, elle n'a jamais démontrée un réel impact sur le rendement final. Seule exception, dans les secteurs à forte pression Oiseaux (corbeaux, pigeons, choucas, etc.) une irrigation en tout début de cycle peut permettre une accélération de la croissance de la plante. En effet, les oiseaux consomment les graines jusqu'au stade 4-5 feuilles (exceptionnellement 7-8 feuilles).

Le déclenchement de l'irrigation se fait généralement autour de 10 feuilles. En période de montaison cependant, le maïs a une tolérance au stress hydrique. Il a été montré qu'une réduction de 10 à 20% de la croissance n'a pas d'effet sur le rendement du grain. Sur nos secteurs où l'irrigation est gérée avec des volumes limitants, un stress hydrique sur cette phase du cycle est la moins pénalisante.

Conduite de l'irrigation

Bilan hydrique

Pour raisonner l'irrigation, l'agriculteur peut utiliser le bilan hydrique.

<p>Réserve d'eau disponible pour la culture = Réserve utile en eau du sol + Pluies (mm) + Irrigation (mm) - Consommation de la culture (Kc x ETP)</p>
--

Pour déterminer la **réserve en eau du sol**, vous pouvez vous référer à la [fiche technique n°1](#)

Les **coefficients culturaux (Kc)** varient en fonction de la culture et son stade de développement.

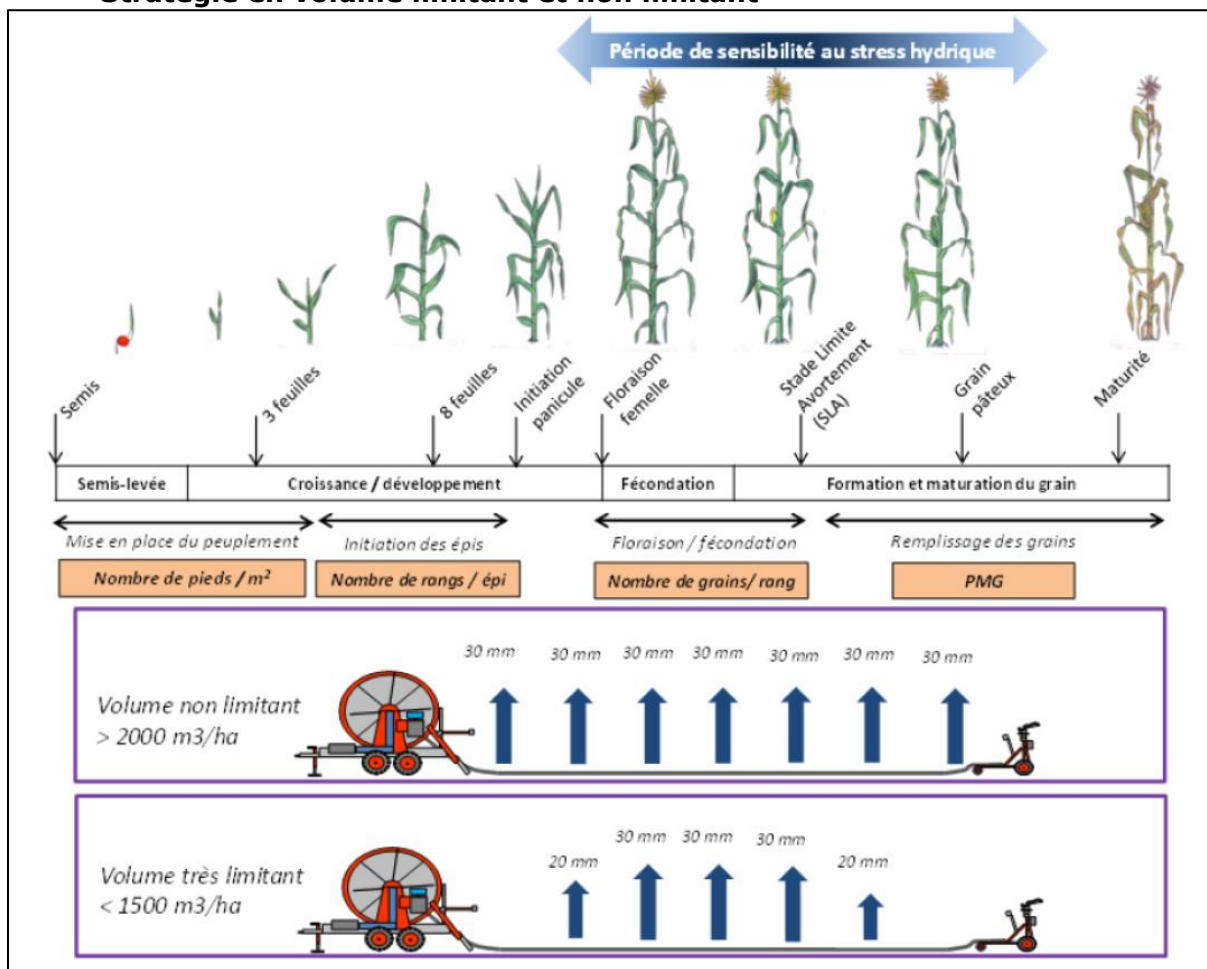
Stade du maïs	Coefficient cultural (Kc)	Stade du maïs	Coefficient cultural (Kc)
Levée - 1 ^{ère} feuille	0.2	14-16 feuilles	1
3 feuilles	0.3	Sortie panicule	1.1
4-5 feuilles	0.4	Floraison femelle	1.2
5-6 feuilles	0.5	Soies sèches	1.1
6-8 feuilles	0.6	Grains laiteux	1
8-12 feuilles	0.8	Grains pâteux	0.6
12-14 feuilles	0.9	Grains vitreux	0.3

Les **ETP** (Evapotranspiration potentielle) traduisent le potentiel d'évaporation d'un sol en cas d'approvisionnement en eau suffisant. Il est calculé par MétéoFrance. Cet aspect est généralement présenté dans la rubrique Météo de votre bulletin d'irrigation.

Stratégie d'irrigation

Une fois les besoins en eau de la plante évaluée, les stratégies d'irrigation sont également dépendante des conditions propres à l'exploitation (volume attribué limitant ou non) et des conditions liées à la ressource (risque de coupure)

- **Stratégie en volume limitant et non limitant**



- **Stratégie en cas de risque de coupure.** Si un risque de coupure est pressenti pour début août (niveau des nappes bas en début de campagne, hiver et/ou printemps très secs, etc.), la conduite d'irrigation peut être légèrement adaptée. On cherche alors à maintenir le plus possible la réserve utile du sol pleine en ayant un rythme d'apport un peu plus soutenu que dans une conduite classique. Il s'agit d'une irrigation avec un pilotage « haut de RFU ». On abaisse donc légèrement les seuils de déclenchement (-20mm) à partir de juillet par rapport à une conduite sans risque de coupure. Cela se traduit dans le bilan hydrique de la manière suivante.

$$\text{Réserve d'eau disponible pour la culture} = \text{Réserve utile en eau du sol} + \text{Pluies (mm)} + \text{Irrigation (mm)} - \text{Consommation de la culture (Kc x ETP)} - 20\text{mm}$$

Attention cependant à ne pas sur-irriguer. A l'approche du risque de coupure, la tentation de sur-irriguer pour assurer le remplissage de la RFU et valoriser le volume restant peut être présente mais les risques sont importants :

- **Drainage** et donc perte de l'eau que le sol ne peut plus stocker
- **Lixiviation de l'azote** entraînant une possible carence post-floraison
- **Ennoïement** pouvant entraîner une asphyxie racinaire (en cas de sol hydromorphe).

Arrêt de l'irrigation









L'arrêt d'irrigation de la culture du maïs prend en compte trois critères principaux : le stade du maïs, l'état hydrique du sol : **les prévisions météo, le déficit hydrique du sol, et le stade du maïs.**

L'objectif à atteindre concernant l'arrêt d'irrigation est d'assurer la couverture des besoins en eau jusqu'à **45% d'humidité du grain** et d'**épuiser la réserve facilement utile (RFU)** du sol. En effet, si la réserve hydrique du sol n'est pas vide au moment de l'ensilage, c'est une perte en eau nette et un risque par la structure du sol (tassement).

- Pour les **sols à RU moyenne ou élevée (>70mm)** et **si l'irrigation n'a pas été restreinte**, il n'y a plus d'enjeu d'irrigation une fois le stade 50% d'humidité atteint. L'eau contenue dans le sol à ce stade est suffisante pour atteindre le stade 45% d'humidité sans impact sur le rendement.
- Pour **les sols à RU faible (<70mm) et/ou dans le cas d'une conduite d'irrigation soumise à des fortes contraintes**, une dernière irrigation peut être valorisée par la plante entre le stade 50 et 45% d'humidité.

Le stade de la culture est donc un élément majeur dans la détermination de l'arrêt d'irrigation. Deux méthodes existent pour l'évaluer :

- **L'observation au champ :** Prélever plusieurs épis dans le champ et casser les en deux afin d'observer les grains situés sur les couronnes centrales. Attribuer une note aux épis en fonction de l'aspect visuels de ces grains (cf. schémas suivants).

Variétés Précoces et Demi-Précoces			
NOTE 1	NOTE 2	NOTE 3	NOTE 4
			
NB : au sein de la couronne, quelques grains peuvent avoir une zone d'allure vitreuse délimitée	NB : au sein de la couronne, quelques grains n'ont pas encore de zone d'allure vitreuse délimitée	NB : au sein de la couronne, une très grande majorité de grains ont une zone d'allure vitreuse délimitée	NB : 100 % des grains de la couronne ont une zone d'allure vitreuse très clairement délimitée
Variétés Demi-Tardives, Tardives et Très Tardives			
NOTE 1	NOTE 2	NOTE 3	NOTE 4
			
NB : au sein de la couronne, quelques grains peuvent avoir une zone d'allure vitreuse délimitée	NB : au sein de la couronne, certains grains peuvent ne pas avoir de zone d'allure vitreuse délimitée	NB : au sein de la couronne, une très grande majorité de grains ont une zone d'allure vitreuse délimitée	NB : 100 % des grains de la couronne ont une zone d'allure vitreuse très clairement délimitée

Les notes ainsi mises permettent de définir l'atteinte ou nom du stade 50% d'humidité du grain. L'irrigation peut donc généralement être arrêtée une fois la note 3 passée sur la majorité des épis observés.

Observation	Stade du grain
Si la majorité des épis ont la note 1	Plus de 50% d'humidité
Si la majorité des épis ont la note 2	Proche de 50% d'humidité
Si la majorité des épis ont la note 3	Moins de 50% d'humidité
Si la majorité des épis ont la note 4	Moins de 45% d'humidité

- **L'évaluation théorique via la somme des températures.** Le développement du maïs est très mathématique. Cette culture a besoin d'une certaine somme de températures pour atteindre chacun de ses stades physiologiques.

Groupe de précocité	Somme des températures (en base 6) depuis la floraison femelle pour atteindre le stade 50% d'humidité
Précoces	500 à 540
Demi-précoces C1	540 à 580
Demi-précoces C2	570 à 630
Demi-tardives	600 à 660
Tardives et très tardives	650 à 700

A noter, il faut en moyenne 16 degrés jour pour perdre 1% d'humidité. En condition climatique normales au moment d'atteinte du stade 50% d'humidité (fin août – début septembre), la vitesse moyenne de dessiccation est comprise entre 0.8 et 1% par jour. La somme des températures est généralement présentée dans la rubrique Météo de votre bulletin d'irrigation.

À retenir – L'irrigation du maïs

- Irrigation optimale du stade 10 feuilles au stade 50% d'humidité du grain (voir 45% pour les sols superficiels)
- Etablir une stratégie d'irrigation et un calendrier prévisionnel d'irrigation en fonction des conditions de l'année (volume attribué, état de la ressource)
- Connaître sa réserve utile est indispensable pour piloter le plus efficacement possible son irrigation (démarrage et arrêt)