

# Fiche de synthèse maïs CVL résultat des simulations réalisées dans le cadre du projet Carg'eau



## Contexte

Les surfaces de maïs grains irrigués occupaient 37% des surfaces de maïs grain françaises soit en moyenne 579 000 ha sur la période 2011-2020. Les rendements moyens obtenus en irrigué, 109q/ha, sont en moyenne supérieurs de 26q/ha aux maïs grain conduits en sec (chiffres SAANR développés, source agreste)

En région Centre val de Loire, 65% de la surface totale de maïs grain est irriguée soit 85 000 ha en moyenne sur la période 2011-2020. Si les rendements régionaux en maïs grain irrigués, avec 106q/ha de moyenne sur la période sont globalement similaires à la moyenne nationale, ceux en sec n'atteignent que 66q/ha, contre 83q/ha en moyenne nationale (chiffres SAANR 2011-2020). L'écart de rendement moyen maïs grain irrigué et sec atteint ainsi 40q/ha en région CVL illustrant l'importance de l'irrigation et de l'accès à l'eau pour sécuriser cette production.

Dans un contexte de changement climatique avec un accroissement prévu du déficit hydrique en été, et du nombre de jour chaud >25°C, quels seront les besoins en eau de cette culture à l'horizon 2050?, sera-t-il toujours possible de la cultiver?, sur quels typologies de sol et de réserve utile (RU)?, quels sont les leviers d'adaptation mobilisables pour les agriculteurs et l'agriculture régionale?



## DISPOSITIF d'étude

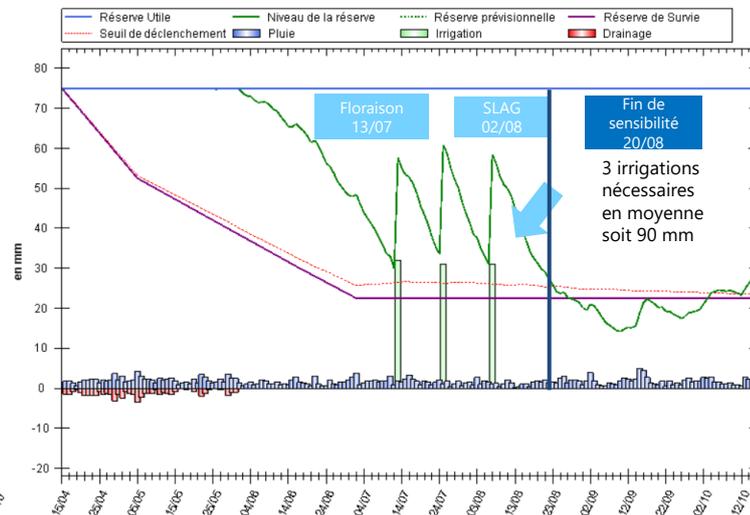
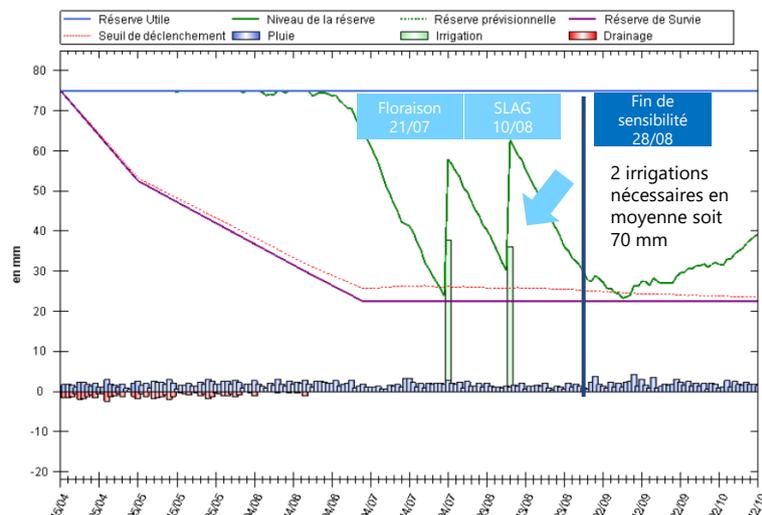
Le réseau des chambres d'agriculture dispose d'un OAD web de bilan hydrique, Net-Irrig CA45 mobilisable sur l'ensemble de la France métropolitaine, paramétrable régionalement et permettant la réalisation de simulations climatiques sur de nombreuses cultures par l'intégration des Données météo prospectives Drias, modèle Aladin, ref 1976-2005; scénarios 4,5 et 8,5 2021-2050 (ETP Hargreaves journalières, RR journalière en moyenne trentennale). Cet OAD a été mis gratuitement à disposition du projet Carg'eau et a été utilisé par toutes les chambres partenaires du projet pour réaliser leurs simulations .



## Evolution des besoins en eau du maïs

**Mais G2, sol superficiel 50cm, RU 75mm référence 1976-2005 climat Rians 18**

**Mais G2, sol superficiel 50cm, RU 75mm référence 4,5 2021-2050 climat Rians 18**



Comparaison des besoins en irrigation modèle Aladin référence 1976-2005 scénario 4,5 2021-2050 sur sol superficiel

Besoin en irrigation supplémentaire à l'horizon 2021-2050: **+28% en moyenne**  
modélisations Net-Irrig réalisées à partir d'ETP Hargreaves



Quels leviers ou pistes pour s'adapter? Jouer la piste de l'évitement des périodes le plus sèches, semer plus tôt pour récolter plus tôt?

### Date de semis

$T_{moy} \geq 10^\circ\text{C}$  pendant 7 jours consécutifs  
dernier jour de gel à  $-2^\circ\text{C}$   
max des 2 paramètres

	REF	FP 4.5	FL 4.5	FL 8.5
	18/4	2/4	31/3	6/3
	14/3	7/3	20/2	27/1
	19/4	4/4	1/4	7/3

Stades végétatifs	$\Sigma T^\circ\text{C base } 6^\circ\text{C}$	Dates Stades phénologiques			
floraison	920	22/7	10/7	2/7	16/6
humidité du grain 32%	1795	9/10	10%	9/9	26/8
humidité grain 20-25%	1987	13/11	33%	29/9	7%
				9/9	17/8

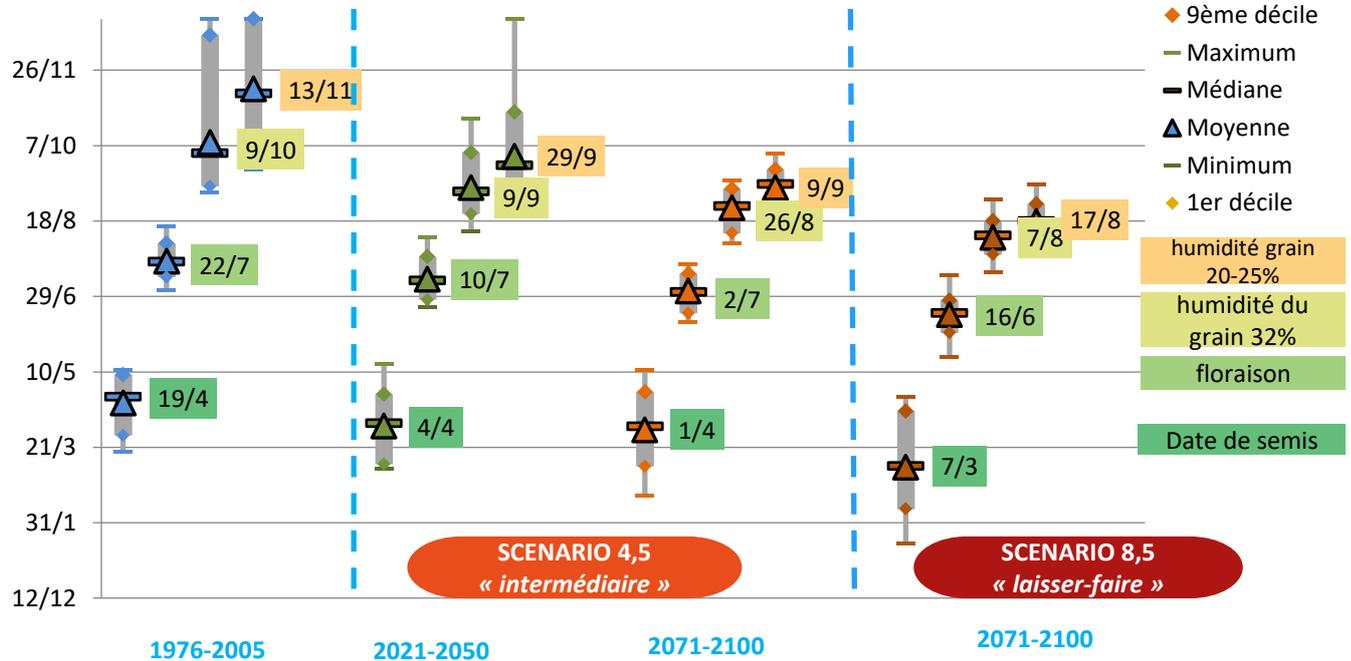
Semer un maïs G2, plus tôt sans risque, devient possible et même souhaitable pour la station climatique de Rians dans le Cher . Selon le scénario climatique FP 4.5 (2021-2050), les semis pourraient être avancés sans risque au 04/04 soit 15 jours de précocité des semis possibles par rapport à la référence 1976-2005 du 19/04. Le risque « récolte difficile » se réduit fortement à deux années sur trente (7%) contre une année sur trois (33%) pour la période de référence 1976-2005





Jouer la piste de l'évitement des périodes le plus sèches, semer plus tôt pour récolter plus tôt?

**Mais G2, évolution des stades végétatifs en fonction des scénarios climatiques. Station Rians dans le Cher**



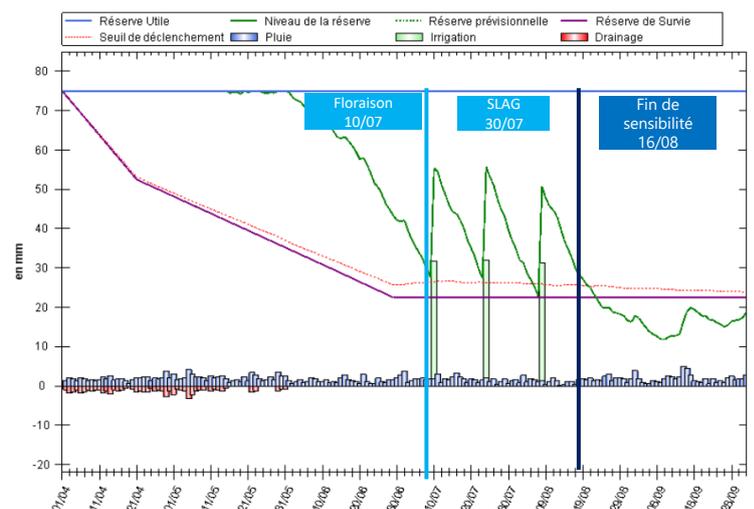
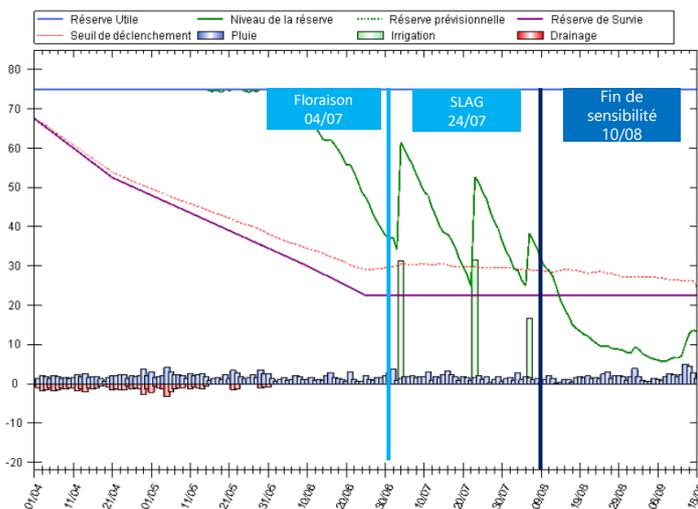
Semer 15 jours plus tôt permettra en moyenne d'avancer de 12 jours la floraison moyenne d'un mais G2 pour le scénario proche 4.5 2021-2050, l'avancement moyen de la floraison et de la récolte limiteront les besoins en eau d'un mais G2 à partir du 10/08



Quels leviers ou pistes pour s'adapter? Jouer l'évitement et la précocité variétale?

**Mais G1, sol superficiel 50cm, RU 75mm référence 4,5 2021-2050 climat Rians 18**

**Mais G2, sol superficiel 50cm, RU 75mm référence 4,5 2021-2050 climat Rians 18**



Un semis anticipé de 15j au 01/04 et le Passage d'un mais G2 à un mais G1 plus précoce permet en moyenne une économie d'eau de 15 mm soit 16% des besoins en irrigation d'un mais G2, sur des modélisations Net-Irrig réalisées à partir d'ETP Hargreaves

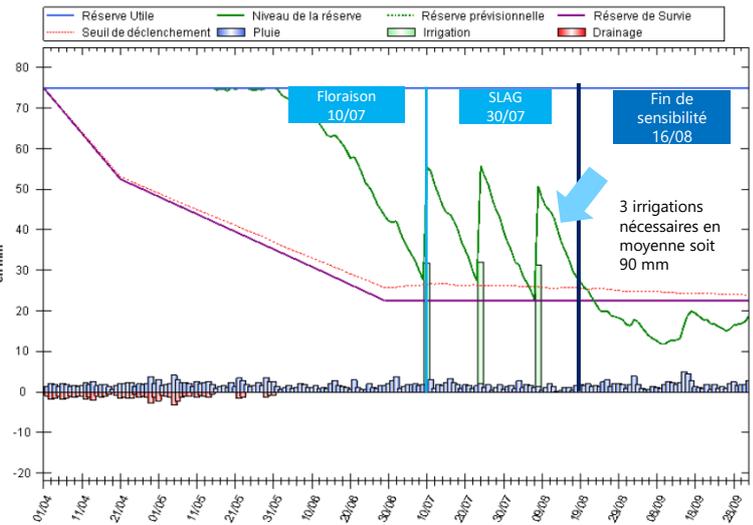
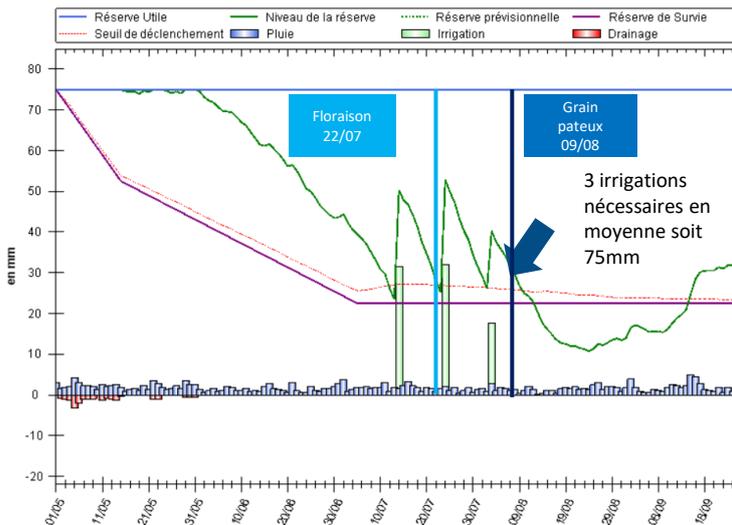




## Quels leviers ou pistes pour s'adapter? Jouer la substitution d'espèces cultivées?

**Sorgho très précoce, sol superficiel 50 cm, RU 75mm référence 4,5 2021-2050 climat Rians 18**

**Mais G2, sol superficiel 50cm, RU 75mm référence 4,5 2021-2050 climat Rians 18**



Passage d'un maïs G2 (semis anticipé de 15j au 01/04) à un Sorgho très précoce  
Attention le sorgho, graminée tropicale chaude (minimum 12°C dans le sol pour germer) ne pourra pas être semé sans risque avant le 01 mai en région CVL même dans une hypothèse pessimiste de réchauffement de 4,5°C à la fin du siècle.

Sa floraison sauf amélioration génétique sensible ne pourra pas intervenir, en moyenne, avant la mi-juillet en région Centre Val de Loire donc souvent en période de déficit hydrique et de stress thermique maximum.

Les possibilités d'économies moyenne d'irrigation, 15 mm (150m<sup>3</sup>/ha) soit **16% des besoins en irrigation d'un maïs G2** restent donc faibles et du même ordre, que la stratégie d'évitement précédente avec un maïs plus précoce G1.

Rappelons aussi que le sorgho, durant la floraison, est plus sensible qu'un maïs à un stress hydrique prolongé (passage prolongé dans la réserve survie), avec parfois pour conséquence une perte totale de floraison, de remplissage des grains et une absence de récolte.

L'accès à l'eau et à l'irrigation sur cette culture reste donc indispensable en sol superficiel du 15 juillet au 15 août.

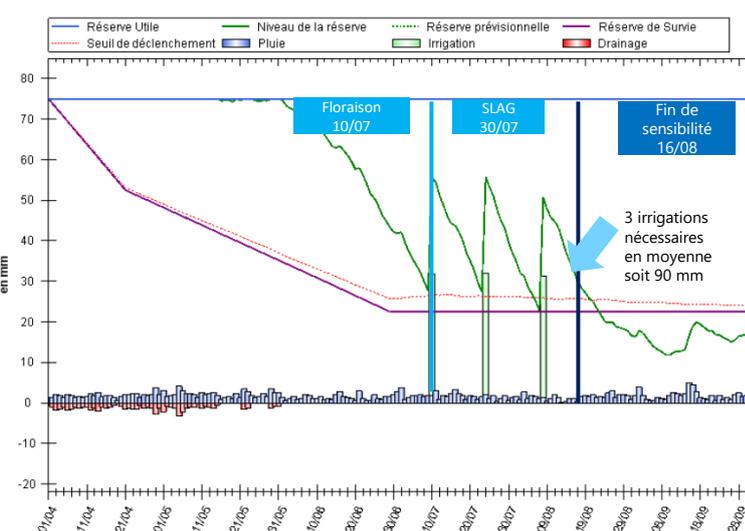
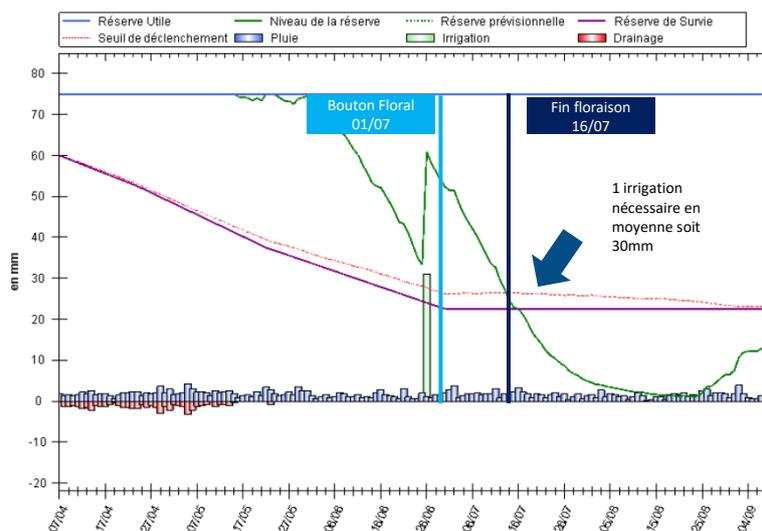
( modélisation Net-irrig réalisée à partir d'ETP Hargreaves)



## Quels leviers ou pistes pour s'adapter? Jouer la substitution d'espèces cultivées? (suite)

**Tournesol précoce, sol superficiel 50 cm, RU 75mm référence 4,5 2021-2050 climat Rians 18**

**Mais G2, sol superficiel 50cm, RU 75mm référence 4,5 2021-2050 climat Rians 18**



Passage d'un maïs G2 (semis anticipé de 15j au 01/04) à un Tournesol précoce semé de façon anticipée au 07/04

Les possibilités d'économies moyenne d'irrigation offertes par cette substitution d'espèce sont importantes, elles sont estimées à 60 mm (600m<sup>3</sup>/ha) soit des 2/3 (66%) des besoins en irrigation d'un maïs G2 sur sol superficiel.

Dans l'état actuel de nos simulations, le tournesol précoce sur sol superficiel faible RU 75mm apparait comme le candidat le plus résilient à la substitution d'un maïs irrigué à l'horizon 2050 sur cette typologie de sol.

Il faut tout de même noter, la nécessité de garanti d'un accès à l'eau et à l'irrigation, et cela même en année moyenne pour mener à bien et sécuriser au maximum ce tournesol précoce à l'horizon 2050 sur les modélisations Net-irrig réalisée à partir d'ETP Hargreaves



## CONCLUSIONS

A l'horizon 2021-2050, Les besoins en irrigation d'un maïs grains G2 sur sol superficiel en région CVL, augmenteront en moyenne de 28%. Aucune des pistes et leviers d'adaptations envisagés pour l'instant ne permet la conduite d'une culture de printemps en régime pluvial sur des sols superficiels à l'horizon 2050 sans perte importante de rendement (-30q/ha en moyenne pour maïs, -10q/ha pour le tournesol, -15 q/ha pour le sorgho voire perte totale de rendement). Les leviers d'adaptation proposés, sorgho ou anticipation des semis + levier génétique de précocification variétale du maïs + OAD ne suffisent pas à sécuriser les productions ni à réduire suffisamment les besoins en eau d'irrigation.

La substitution envisagée par un tournesol irrigué précoce semé de façon anticipé + OAD paraît être la solution la plus résiliente avec 66% de réduction des besoins en eau d'irrigation par rapport à maïs G2 sur sol superficiel avec une réserve utile de 75mm.

Toutefois les leviers d'adaptations proposés sur cette culture (OAD + anticipation semis + variété précoce) montrent la nécessité d'un accès à l'eau pour conduire cette culture à terme, sans perte importante de rendement sur sol superficiel avec une RU=75mm. La perte moyenne de rendement d'un tournesol non irrigué par rapport à un tournesol irrigué (100mm/ha) est estimé à 10 q/ha sur ce type de sol (réf Terres Inovia) pour un potentiel maximum de 30-35q/ha.

La mobilisation combinée de tous les moyens actuels à disposition (OAD et matériels performants, anticipation de semis, ressource génétique, substitution) est une avancée vers plus de résilience mais ne suffira pas à sécuriser les productions en toutes circonstances.

La question de la possibilité de mobilisation et de la création de nouvelles ressources en eau, réserve collinaire hivernale, ré-utilisation des eaux usées, en complément des leviers étudiés ou d'autres leviers restant à étudier (haies, ombrages, espèces méditerranéennes en lieu et place des espèces tempérés ,....etc) prend ici toute son importance.

Précaution importante d'utilisation : Les simulations ont été conduites à partir d'ETP Hargreaves trentennales et d'une maille départementale extraite du portail DRIAS sur des modèles Météo France Aladin scénario 4,5 2021-2050, en comparaison des références 1976-2005, elles aussi basées sur une ETP Hargreaves.

Pourquoi des ETP Hargreaves et non des ETP Penman Monteith ?

Les ETP Hargreaves sont les seules données disponibles à ce stade sur le portail Drias « les futurs du climat » comme celles utilisées pour les modélisations de déficit hydrique (Pluviométrie – ETP Hargreaves) Drias « les futurs du climat » à l'horizon 2050 et largement vulgarisées en région depuis.

Il s'agit d'une précaution importante car l'ETP Hargreaves est souvent inférieure à l'ETP Penman Monteith car ne prenant pas en compte le vent + d'autres paramètres.... Plus simple et donc Plus fiable en simulation du futur climatique car moins dépendante d'un grand nombre de paramètres avec chacun une erreur résiduelle, L'ETP Hargreaves est aussi moins fiable que l'ETP Penman Monteith en temps réel. C'est pourquoi Les besoins en eau 2022 calculés avec une ETP Penman ne doivent pas être comparés avec les simulations des besoins en eau simulés ETP Hargreaves.

Par contre, Les % annoncés d'augmentation des besoins, ou % d'économie d'eau potentielle en substitution de cultures ou stratégies d'évitement restent fiables en toutes circonstances et peuvent être affectés aux besoins actuels des cultures basés sur une ETP Penman Monteith pour établir des comparaisons avec les dernières moyennes décennales.