

Focus

Irré-LIS[®], exemple d'outil d'aide à la décision en irrigation

Conçu par ARVALIS-Institut du végétal, Irré-LIS[®] est un modèle simple de bilan hydrique qui permet le pilotage de l'irrigation en tenant compte des conditions météorologiques et des données parcellaires fournies par l'agriculteur. L'outil en ligne a permis de piloter trente cinq mille hectares de culture irriguée, en 2019. Il est opérationnel aujourd'hui sur la pomme de terre, le maïs grain et fourrage, le maïs semence, le blé tendre, le blé dur, l'orge de printemps, le tabac et le soja.



eau est un facteur majeur de production en France. L'agriculture prélève environ quatre milliards de m³ d'eau par an, soit entre 10 et 15 % des prélèvements totaux mais en consomme trois milliards de m³ soit 50 % des consommations totales (Roy, 2013). L'augmentation des températures moyennes ainsi que la stagnation des pluies entraînent de plus en plus de situations de crises. L'ensemble des prévisionnistes s'accordent pour dire que les besoins en eau des plantes vont continuer à croître dans le futur proche (Gendreau *et al.*, 2019). Le changement climatique affectera également la répartition des eaux pluviales avec des projections futures prévoyant des hivers plus humides et des étés plus secs en France (Boé *et al.*, 2008; Terray et Boé, 2013; Vidal *et al.*, 2012). Cela se cumulera aux besoins

en eau d'irrigation induits par l'augmentation du besoin alimentaire lié à l'accroissement de la population mondiale (Gerland *et al.*, 2014).

L'importance pour les agriculteurs de gérer l'eau au plus près des besoins de la plante devient donc primordiale. Quand apporter l'eau et en quelle quantité ?

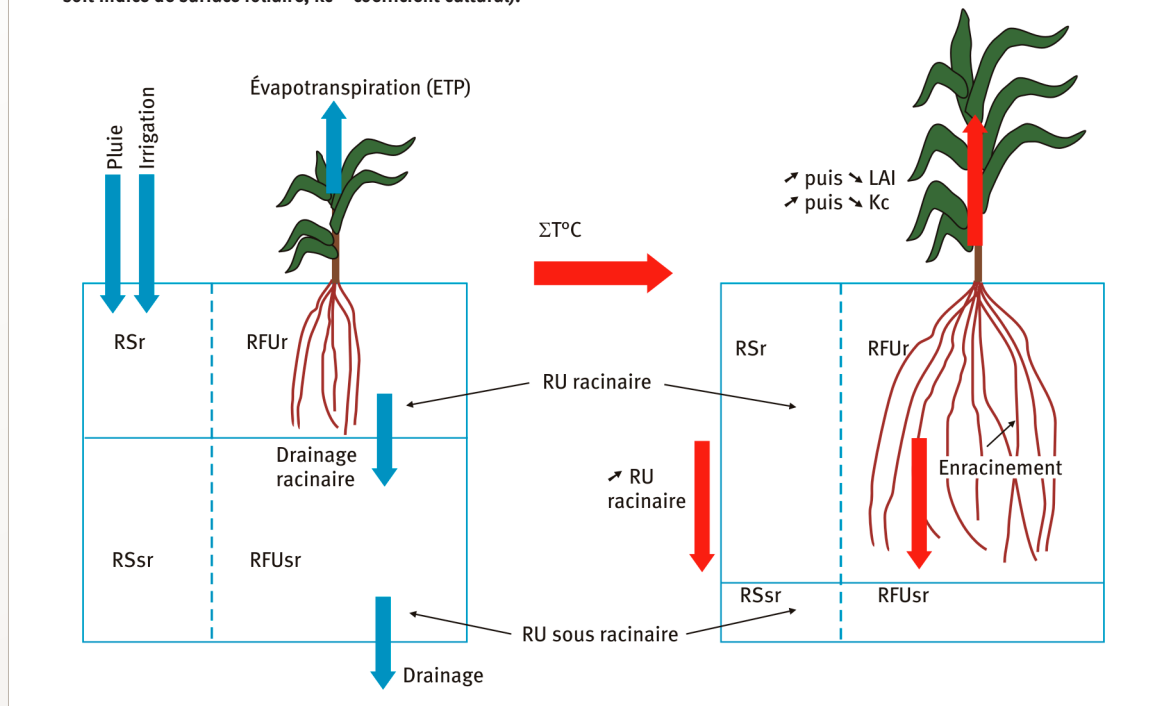
Afin de répondre à cet enjeu, l'un des leviers est le pilotage de l'irrigation. Il existe des outils d'aide à la décision qui permettent à l'agriculteur de raisonner son irrigation à la parcelle sur des critères agro-pédo-climatiques précis. Deux grandes familles d'outils existent : les outils basés sur la modélisation ou bilan hydrique et les outils basés sur les mesures à la parcelle. Les deux grandes familles d'outils ont chacune leurs avantages et leurs inconvénients, qui peuvent être résumés dans le tableau 1.

1 Avantages et inconvénients des deux grandes familles d'outils d'aide à la décision pour le pilotage de l'irrigation.

Période	Bilan hydrique calculé	Mesures au champ : tensions (sondes tensio) ou humidité (sondes capacitatives)
Hiver à levée	Initialisation nécessaire du bilan hydrique pour évaluer l'état de la RFU* en début de campagne.	Évaluation directe de l'état de la RFU en début de cycle cultural. La mesure intègre les effets antérieurs : précédent, hiver et évaporation au printemps. Attention à la profondeur de mesure si déficit profond.
Levée à couverture complète du sol par la végétation	Pertinence du calcul du bilan hydrique dépendant de la croissance du couvert et de la surface du sol (texture, couleur, structure).	Mesure intégrant directement les effets de l'évaporation du sol et de la transpiration des plantes : période où la mesure au champ est la plus pertinente car elle intègre des situations particulières non prises en compte par les outils de bilan hydrique (croissance faible de la culture...).
Couverture complète du sol à sénescence	Période de calcul le plus pertinent sous condition de précision correcte des données d'entrée (pluie, irrigation, ETP**) et couvert normalement développé (pas de stress azoté, ou de problèmes sanitaires).	Interprétation délicate des mesures en cas d'enracinement limité. En forte restriction, les sondes tensiométriques sont mal adaptées (plafonnent à 150 cbars). Attention à la profondeur des mesures en sols profonds. Vigilance sur la représentativité du site du fait des irrigations.
Précision et représentativité	Dépend de la précision des données d'entrée : ETP, pluie, irrigation, estimation de RFU et RU***.	Représentativité du site de mesure : sol, position dans le tour d'eau, matériel d'irrigation (zone de recoupement). Mesure locale de l'irrigation indispensable (pluviomètre).
En cas d'orage ou de pluie importante	Nécessité d'estimer la pluie efficace.	La mesure intègre la pluie efficace... localement.

* RFU : Réserve en eau facilement utilisable ; ** ETP : évapotranspiration potentielle ; *** RU : réserve utile.

- ❶ Fonctionnement schématique de l'outil Irré-LIS® (RSr = réservoir de survie racinaire, RSsr = réservoir de survie sous-racinaire, RFUr = réservoir facilement utilisable racinaire, RFUsr = réservoir facilement utilisable sous-racinaire, LAI = leaf area index, soit indice de surface foliaire, kc = coefficient cultural).



Dans la famille des outils de modélisation, plusieurs moteurs de calcul existent. Les plus connus sont :

- AquaCrop, modèle développé par la FAO¹, disponible en accès libre en ligne pour orge, coton, haricot sec, maïs, riz, pomme de terre, quinoa, sorgho, soja, betterave, canne à sucre, tournesol, teff, tomate et blé ;
- Opt'irrig, modèle développé par INRAE² (ex-Irstea) pour les grandes cultures et le maraîchage, ainsi que sur le foin de la plaine de Crau ;
- MOUSTICS, modèle développé par INRAE (ex-INRA), disponible en accès libre sur demande pour blé tendre, blé dur, maïs, tournesol, colza, pois printemps, pois hiver, orge printemps, orge hiver, sorgho, soja, luzerne, rye-grass, moutarde, vesce, vigne, miscanthus, canne à sucre, riz, betterave ;
- AqYield, modèle développé par INRAE (ex-INRA) disponible en accès libre sur demande pour blé tendre, colza, maïs, pois hiver, pois printemps, soja, sorgho, tournesol, prairie, culture intermédiaire, ray-gras ;
- SAFYE, modèle développé par le CESBIO³ disponible en accès libre sur demande pour maïs, blé, tournesol et soja.

Irré-LIS® appartient à la première catégorie d'outil. C'est un modèle simple de bilan hydrique. Le modèle a été conçu par Arvalis-Institut du végétal. Arvalis est un

institut technique agricole spécialisé dans les grandes cultures (céréales à paille, maïs, fourrage, pomme de terre, tabac, lin fibre), financé et géré par les agriculteurs français.

Dans l'outil, la plante n'est modélisée que comme un bloc évapotranspirant (il n'y a pas de séparation évaporation/transpiration), à la différence des modèles biophysiques plus complexes comme STICS, AquaCrop ou encore Pilote. L'objectif du modèle est de nécessiter peu de paramétrage pour faciliter son utilisation par les agriculteurs. C'est un outil propriétaire payant. Mis en œuvre sur le terrain depuis 2008, c'est un modèle de bilan hydrique à deux réservoirs. Le sol est découpé en réservoir utile racinaire et réservoir utile sous-racinaire. Cela signifie qu'il prend en compte la croissance des racines au fur et à mesure du cycle et considère que le réservoir utile accessible à la plante en début de cycle est inférieur à celui en fin de cycle (figure ❶).

Le paramétrage de l'outil a été réalisé à partir des expérimentations terrain Arvalis dans différentes régions françaises et sur plus de dix ans. L'agriculteur accède à l'outil via une plateforme web et saisit les informations de sa parcelle (localisation, culture, variété, date de semis/plantation, présence d'une culture intermédiaire, type de sol ou valeur du réservoir utile). La localisation de la parcelle est utilisée pour spatialiser les données météo.

1. Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (en anglais : *Food and Agriculture Organization*).

2. INRAE, Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement est issu de la fusion en 2020 entre l'Inra, Institut national de la recherche agronomique, et Irstea, Institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture.

3. Centre d'études spatiales de la biosphère.

En effet, pour le calcul de l'évapotranspiration potentielle (ETP), l'outil prend en compte les cinq stations météo les plus proches de la parcelle et estime l'ETP au prorata de la distance de chaque station. Pour la pluie, ce sont également les cinq stations météo les plus proches qui sont prises en compte mais une étape supplémentaire est prévue. La pluie n'est comptabilisée que s'il a plu sur la station la plus proche. Si c'est le cas, elle est ensuite calculée au prorata de la distance des cinq stations comme pour l'ETP. Néanmoins, il est complexe d'estimer les pluies estivales qui sont souvent très localisées. C'est pour cette raison qu'il est possible pour l'agriculteur de modifier les pluies dans l'outil. Depuis 2020, il lui est maintenant possible de raccorder une station météo connectée à sa parcelle afin de prendre en compte les pluies réelles. En tenant compte du sol, des conditions météorologiques et de la culture, l'outil calcule en temps réel :

- les dates prévisionnelles des stades physiologiques des différentes espèces,
- l'état de la réserve en eau du sol et l'état prévisionnel à sept jours (hors pluies éventuelles),
- les prévisions ETP.

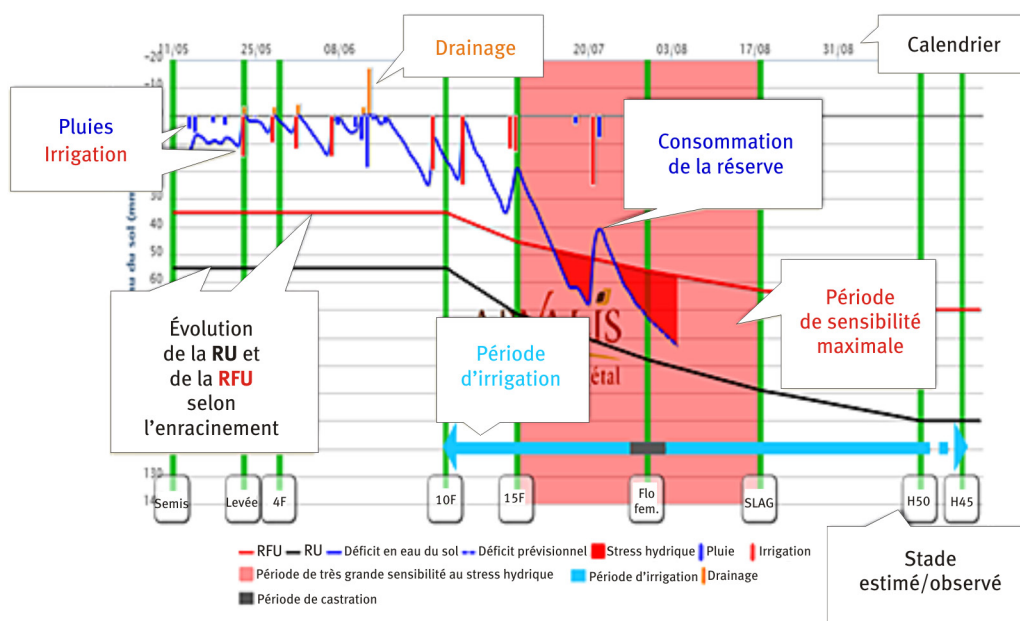
Toutes les informations renseignées permettent également à l'outil de générer un graphique (figure 2) qui facilite la prise de décision de l'agriculteur. Il suit la courbe bleue (déficit en eau du sol calculée) et son objectif est qu'elle reste au-dessus de la ligne rouge (bas de réservoir facilement utilisable par la plante). Si son déficit en eau est de 0 (atteinte de l'humidité à la capacité au champ), l'outil calcule du drainage (barre orange). L'outil Irré-LIS ne décide pas du moment d'irriguer, la décision de lancer ou non le système d'irrigation revient toujours à l'agriculteur qui doit prendre en compte les résultats de l'outil mais également les prévisions de pluie et la capacité de son matériel d'irrigation.

L'outil fonctionne aujourd'hui sur pomme de terre, maïs grain et fourrage, maïs semence, blé tendre, blé dur, orge de printemps, tabac et soja (culture mise en œuvre en partenariat avec Terres Inovia). En 2019, l'outil a permis aux agriculteurs de piloter 35 000 ha de culture.

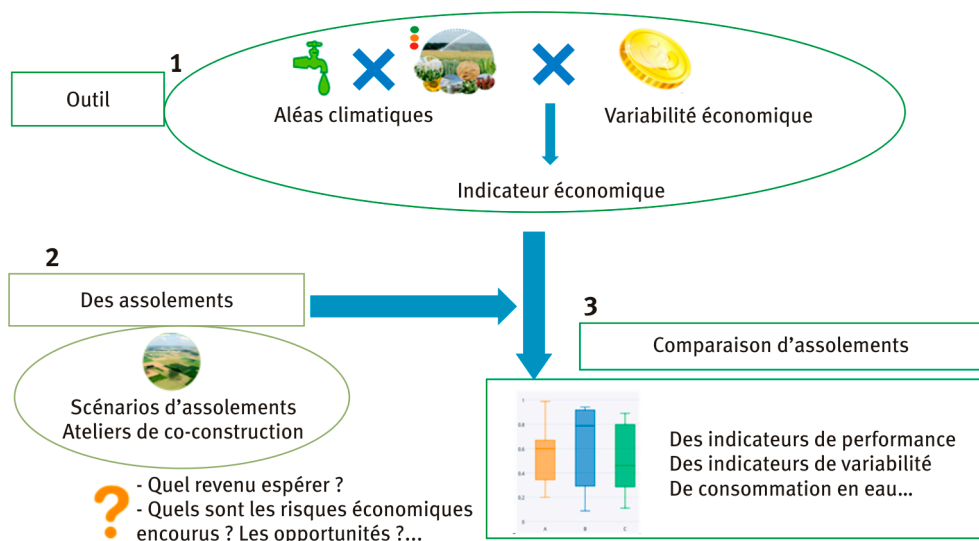
Le modèle est également utilisé à une échelle plus large que la parcelle. En effet, au-delà de l'utilisation pour un pilotage de l'irrigation à la parcelle, parce que la gestion quantitative de l'eau se raisonne également à l'échelle de l'exploitation agricole, le moteur de calcul Irré-LIS a été intégré à l'outil ASALEE, également conçu par ARVALIS – Institut du végétal en partenariat avec Terres Inovia, INRAE, les Chambres d'agriculture de Charente-Maritime et des Deux-Sèvres. Issu du besoin émergent de caractériser l'impact des aléas climatiques sur le résultat économique des exploitations de type « grandes cultures », ASALEE est un outil d'aide à la décision pour la comparaison des stratégies d'assolement (figure 3). L'objectif d'ASALEE est de permettre à un agriculteur et/ou un conseiller de comparer différents choix d'assolement en intégrant divers facteurs de risques tels que la variabilité du prix des productions agricoles, le changement climatique et l'accès à la ressource en eau. Ces choix, orientés par les capacités techniques relatives à une exploitation donnée, permettront de déterminer la prise de risque acceptable pour que chacun puisse identifier ses propres solutions.

L'outil ASALEE est notamment utilisé dans le cadre du projet CLIMASSOL en Nouvelle Aquitaine (projet financé par le conseil régional Nouvelle Aquitaine, 2020) pour appréhender l'effet du changement climatique sur les assolements actuels et réfléchir aux adaptations possibles via la co-construction d'assolements en rupture avec les pratiques actuelles.

2 Visuel agriculteur bilan hydrique Irré-LIS® pour un maïs grain.



③ Schéma conceptuel du fonctionnement d'ASALEE.



Irré-LIS est un modèle de culture simple (pas de simulation d'indice foliaire ni de rayonnement intercepté par exemple), ce qui permet une intégration de nouvelles cultures peu coûteuse en paramètres d'entrée. C'est un outil de plus en plus utilisé à l'échelle parcellaire par les agriculteurs. Les nouvelles utilisations du modèle à l'échelle de l'exploitation agricole permettent de répondre aux questionnements des agriculteurs sur les assolements vis-à-vis de la disponibilité en eau. ■

L'auteur

Sophie GENDRE

ARVALIS - Institut du végétal,
Station Inter-Instituts,
6 Chemin de la Cote Vieille,
F-31450 Baziege, France.

✉ s.gendre@arvalis.fr

EN SAVOIR PLUS...

- 📖 **BOÉ, J. ET AL., J.**, 2008, Uncertainties in European summer precipitation changes: role of large scale circulation, *Clim. Dyn.*, 33, p. 265-276, <https://doi.org/10.1007/s00382-008-0474-7>
- 📖 **GENDRE, S., FONTAINE, B., SOENEN, B., DEUDON, O.**, 2019, Besoins en eau du maïs : l'irrigation doit s'adapter au réchauffement, *Perspectives Agricoles*, n°462, p. 44-45.
- 📖 **GERLAND, P., RAFTERY, A.E., SEVCIKOVA, H., LI, N., GU, D., SPOORENBERG, T., ALKEMA, L., FOSDICK, B.K., CHUNN, J., LALIC, N., BAY, G., BUETTNER, T., HEILIG G.K., WILMOTH, J.**, 2014, World population stabilization unlikely this century, *Scienceexpress*, vol. 346, n° 6206, p. 234-237, <https://doi.org/10.1126/science.1257469>
- 📖 **ROY, L.**, 2013, Gestion quantitative de l'eau et irrigation en France, *Sciences Eaux & Territoires*, n°11, p. 4-5, <http://www.set-revue.fr/avant-propos-gestion-quantitative-de-leau-et-irrigation-en-france>
- 📖 **TERRAY, L., BOÉ, J.**, 2013. Quantifying 21st-century France climate change and related uncertainties, *Comptes Rendus Geosci.*, vol. 345, n° 3, p. 136-149, <https://doi.org/10.1016/j.crte.2013.02.003>
- 📖 **VIDAL, J.-P., MARTIN, E., KITOVA, N., NAJAC, J., SOUBEYROUX, J.-M.**, 2012, Evolution of spatiotemporal drought characteristics: validation, projections and effect of adaptation scenarios, *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 16, p. 2935-2955, <https://doi.org/10.5194/hess-16-2935-2012>