



Le projet LIFE Eau&Climat (LIFE19 GIC/FR/001259)
a reçu un financement du programme LIFE de l'Union européenne.



**QUEL APPORT DE LA TELEDETECTION POUR ESTIMER LES BESOINS
EN EAU POUR L'IRRIGATION ?
UNE EXPERIMENTATION SUR LE BASSIN DE LA DURANCE**
*WHAT CONTRIBUTION OF REMOTE SENSING TO ESTIMATE WATER
REQUIREMENTS FOR IRRIGATION?*

Juillet 2023

Auteur : Pascal DUMOULIN (SMAVD)

INFORMATIONS SUR LE DOCUMENT

Code du projet	LIFE19 GIC/FR/001259
Acronyme du projet	LIFE Eau&Climat
Nom complet du projet	Supporting long-term local decision-making for climate-adapted Water Management
Action du Grant agreement	C3 Faciliter l'accès aux données hydro-climatiques
Sous-action	C3.3 Démonstration de la gestion locale de données pertinentes
Livrable	Résumé non technique

Ce travail a été réalisé par le SMAVD en collaboration avec les laboratoires TETIS et CESBIO et les Chambres d'Agricultures (04, 05, 13 et PACA). Il fait partie intégrante des actions du projet LIFE Eau&Climat (LIFE19 GIC/FR/001259). A ce titre, il a reçu un financement du programme LIFE de l'Union européenne et de l'Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée Corse.



SOMMAIRE

Introduction	3
C3PO, un outil d'aide à la décision au service du sage durance	4
Objectifs de l'action	5
La mise en œuvre	5
Les résultats	6
Les perspectives	7

INTRODUCTION

Avec près de 1.5 milliards de m³ par an prélevés sur la ressource en eau de la Durance, l'irrigation constitue le principal usage en termes de prélèvements (hors production hydro-électrique). L'évolution du besoin en eau pour l'irrigation constitue un facteur crucial à prendre en compte pour mieux appréhender les évolutions de sollicitations de la ressource en eau, en lien avec les évolutions du territoire.



Vergers irrigués en basse Durance

Les surfaces irriguées et les besoins en eau pour l'agriculture dépendent fortement du climat et de l'hydrologie. Par ailleurs, l'irrigation contribue sur certains secteurs de manière significative à la recharge de la nappe et à l'alimentation des milieux naturels (rivières et zones humides). Et des dynamiques rapides de diminution des surfaces agricoles au profit de l'urbanisation sont d'ores et déjà observées.

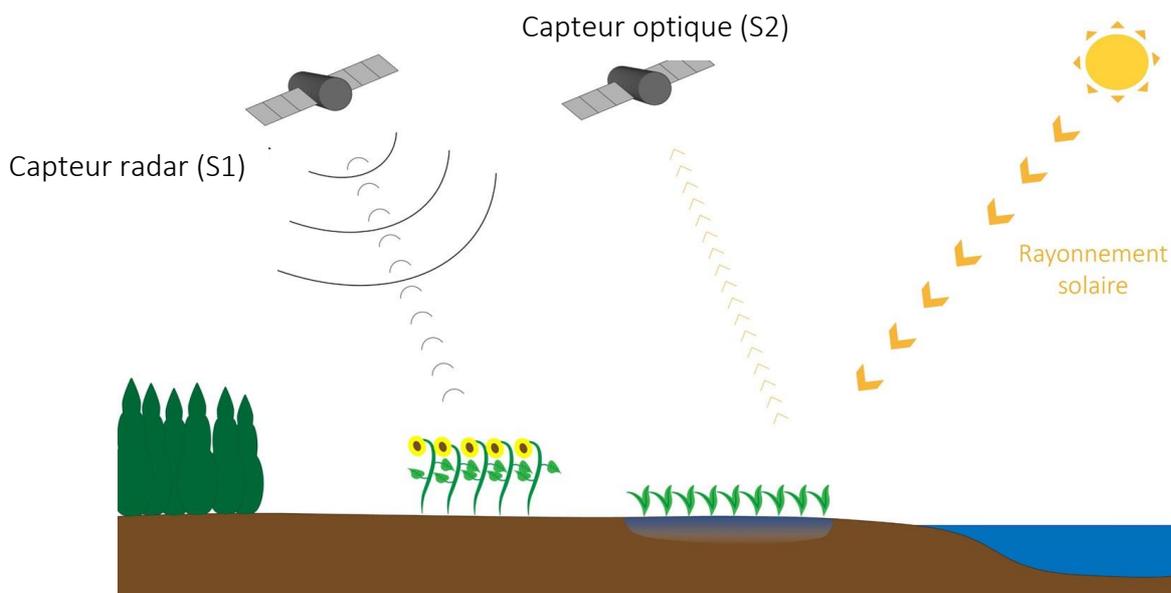
L'information objective, spatialisée et actualisée, des cultures, des surfaces irriguées et des besoins en eau pour l'irrigation apparaît donc aujourd'hui comme essentielle pour éclairer les politiques publiques de l'eau et de l'aménagement du territoire. Elle constitue également à plus long terme un bon indicateur de l'évolution des territoires dans un contexte de changement climatique.

C3PO, UN OUTIL D'AIDE A LA DECISION AU SERVICE DU SAGE DURANCE

Pour accompagner les débats de la future Commission Locale de l'Eau du SAGE Durance, le SMAVD a initié une démarche innovante de modélisation bassin versant. Cet outil d'aide à la décision, baptisé C3PO¹, permet de croiser la ressource disponible avec les besoins (actuels et futurs) des différents usages de l'eau ; d'appréhender les interactions (flux) entre l'irrigation, la nappe et la rivière ; d'interroger les effets possibles de l'évolution de l'hydrologie sur la disponibilité de l'eau mais aussi ceux d'une évolution des pratiques et des usages, notamment :

- Les effets des évolutions des pratiques agricoles (types de cultures, méthodes d'irrigation) sur la nappe ? Sur les débits de la rivière ?
- L'impact du changement climatique sur la disponibilité de la ressource en eau ? Sur la satisfaction des différents usages ?
- Les dynamiques de recharge de la nappe depuis la rivière, l'irrigation ? La potentialité de la nappe pour assurer une ressource complémentaire pendant la période d'étiage ? Les possibilités de gestion intégrée des eaux de surface-eaux souterraines ?

Les bases de données existantes ne permettent pas aujourd'hui d'obtenir une information complète des cultures irriguées par l'eau de la Durance. La récente mise à disposition d'images satellites à haute résolution spatiale et temporelle disponibles gratuitement (Sentinel-1/2) offre de nouvelles perspectives pour le suivi des cultures, la compréhension des dynamiques d'irrigation et la gestion de la ressource en eau. Des chaînes de traitement développées par les acteurs de la recherche peuvent aujourd'hui être transférées vers les utilisateurs finaux.



Les principes de la télédétection, élaboration SMAVD

¹ Connaissance du Changement Climatique : Prospective et Observation

OBJECTIFS DE L'ACTION

Dans le cadre du projet Life Eau&Climat, le SMAVD a souhaité tester les méthodes développées par les acteurs de la recherche (TETIS, CESBIO) sur plusieurs territoires pilotes du bassin versant de la Durance afin d'évaluer son éventuelle application à plus grande échelle. Ce travail s'appuie notamment sur les travaux de deux thèses qui ont démarré en 2018, encadrées par V. Demarez (thèse de Yann Pageot) et N. Baghdadi (thèse de Hassan Bazzi) sur la cartographie des cultures et des surfaces irriguées, à partir d'images Sentinel-1/2, sur le sud-ouest de la France et l'Espagne.

Les territoires pilotes sont : le Buëch, l'Asse, le périmètre du Syndicat Intercommunal d'Irrigation de Forcalquier, le val de moyenne et basse Durance.



Blé irrigué par aspersion sur le territoire du Buëch, photo SMAVD

Les données produites sont utilisées pour alimenter l'outil de modélisation intégré ressource-usages C3PO développé par le SMAVD dans le cadre du SAGE Durance pour estimer les besoins en irrigation.

LA MISE EN ŒUVRE

Grâce au financement du projet Life Eau&Climat et de l'Agence de l'Eau RMC, un chargé de mission a été recruté pour une durée d'un an au SMAVD. Dans le cadre d'une convention signée avec chacune des structures de recherche TETIS et CESBIO, le chargé de mission a été formé à l'utilisation des méthodes développées par les chercheurs et a bénéficié d'un accompagnement technique pendant la durée de sa mission.

Grâce à un partenariat avec la Chambre Régionale d'Agriculture et les Chambres d'Agriculture des Bouches-du-Rhône, des Alpes de Haute-Provence et des Hautes Alpes, le SMAVD a pu bénéficier de l'expertise de terrain de ses agents tout au long du projet. Des relevés de terrain ont notamment été effectués afin de disposer des données nécessaires pour mettre en œuvre les méthodologies et valider les résultats obtenus. Ce sont plus de 2000 points qui ont été collectés en 2021 contenant pour une parcelle donnée l'information sur la culture et l'irrigation. Ces données constituent un point clé dans la réussite des cartographies et une attention particulière doit donc être apportée à leur capitalisation.

Les méthodologies testées utilisent comme données d'entrée les images satellitaires Sentinel-1 (radar) et Sentinel-2 (optique) disponibles gratuitement ; et en fonction des méthodes les informations du RPG et les relevés terrain. Elles ont permis de produire trois types de cartographie pour les années 2021 et 2022 : de l'humidité du sol, des cultures et de l'irrigation. Trois réunions de partage ont été organisées au cours du projet : les résultats de l'expérimentation ont été présentés lors de la réunion finale en octobre 2022.

LES RESULTATS

La cartographie de l'humidité du sol a été effectuée à partir d'un algorithme développé par TETIS. Les résultats ne sont pas directement exploitables pour cartographier l'irrigation. En effet si l'humidité du sol augmente lorsque la parcelle est irriguée, elle peut aussi augmenter du fait des précipitations ou du contexte pédologique.

Un second algorithme développé par TETIS (S²IM) permet, à partir de l'information de l'humidité du sol, de distinguer les parcelles irriguées des parcelles non irriguées, en décorrélant les variations d'humidité observées des précipitations. Cette méthodologie ne nécessite pas de données terrain mais elle est influencée par le développement de la végétation. Elle fournit des résultats uniquement sur les parcelles RPG et pour les grandes cultures et les prairies : les cultures arbustives sont exclues. La cartographie réalisée est donc incomplète ce qui en constitue la principale limite.

La chaîne de traitement Iota-2² du CESBIO (classification supervisée) a été utilisée pour obtenir une cartographie des cultures et de l'irrigation. Les difficultés rencontrées pour différencier les cultures arbustives (vergers, vignes, oliviers) des forêts ont été surmontées en intégrant des indices de forme et de textures. Les résultats sont disponibles sous forme de raster (image pixélisée) sur tout le bassin, pour toutes les cultures. Les limites actuelles de cette méthode résident dans le fait qu'elle dépend de relevés annuels de données terrain. De plus le calcul de surfaces à partir du raster nécessite l'utilisation d'un masque des parcelles agricoles. Si le RPG fournit une partie de ces contours, la création d'un masque complet est donc un prérequis pour le calcul de surfaces. Le post-traitement des cartographies brutes obtenues pour calculer des surfaces irriguées réalistes a donné lieu à un travail important. Ce travail a consisté à générer (à partir du RPG et du cadastre) un masque vectoriel permettant d'extraire du raster les informations uniquement sur les parcelles agricoles irrigables.

La validation des résultats avec les données terrain permet de calculer une précision globale des cartographies d'irrigation sur les territoires pilotes variant entre 60% et

² <https://www.cesbio.cnrs.fr/outils/iota2/>

92% pour la méthode TETIS et entre 74% et 92% pour la méthode CESBIO en fonction des territoires pilotes et de l'année. Les meilleurs résultats sont obtenus pour l'année 2021 sur les territoires où l'irrigation gravitaire est prépondérante ; de moins bons résultats ont été observés sur les territoires dotés de réseau sous pression et mobilisant principalement des modes d'irrigation optimisés (micro-aspersion) ainsi que pour l'année 2022 du probablement à l'arrêt de certaines irrigations en cours de saison, suite aux restrictions effectuées sur les prélèvements.

La sécheresse de l'été 2022, qui a vu plusieurs territoires pilotes de la Durance passer au stade de crise avec un arrêt de l'irrigation en cours de saison a permis de mettre en évidence une difficulté à tirer un bilan des surfaces irriguées en fin de saison.

LES PERSPECTIVES

En conclusion, cette expérimentation a permis de tester différentes méthodologies de cartographie des cultures et de l'irrigation. Le travail mené a permis de valider la pertinence des algorithmes développés par TETIS et CESBIO sur le bassin de la Durance notamment sur l'arboriculture et les prairies. Les résultats permettent d'envisager l'utilisation de ces méthodes pour un suivi de l'irrigation à grande échelle.

Le choix de territoires pilotes contrastés sur la Durance a permis de mettre en évidence la limite des méthodes sur les cultures irriguées en micro-aspersion ou au goutte-à-goutte. Cette expérimentation a permis de valider les méthodes sur les territoires pilotes sélectionnés. Les cartographies ont ensuite été réalisées à l'échelle du bassin de la Durance, montrant la pertinence des méthodes pour un suivi à grande échelle.

Les résultats obtenus constituent un jeu de donnée de référence sur les cultures et l'irrigation dans le cadre du SAGE Durance. Ils ont été intégrés à l'outil C3PO pour affiner l'estimation des besoins en eau.

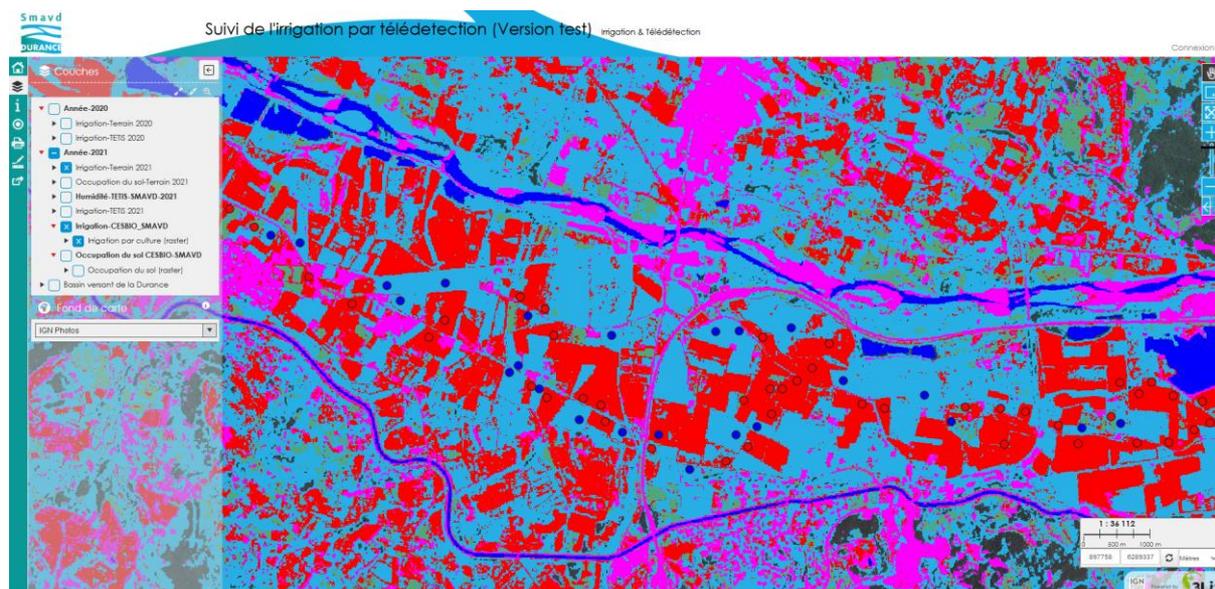
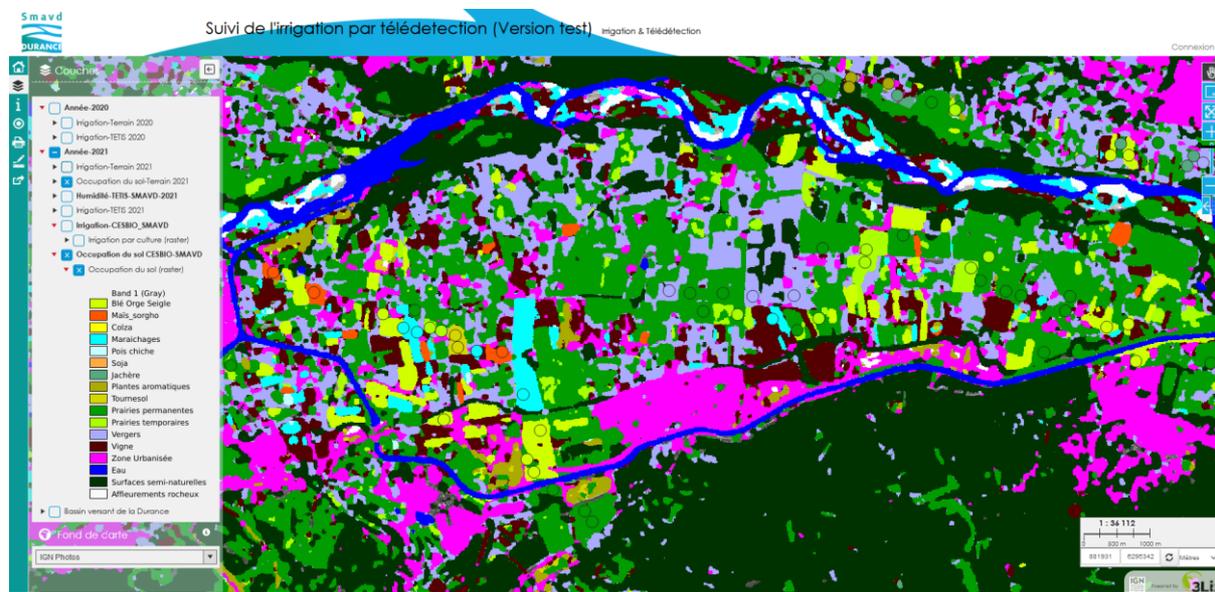
L'obtention de données terrain mieux réparties sur le bassin permettrait de fiabiliser les cartographies obtenues. Enfin, ce travail a montré l'importance de disposer également d'une base de données des contours des parcelles agricoles pour extraire une information pertinente et réaliste des surfaces irriguées pour des besoins opérationnels. Ne pas en disposer constitue un frein évident à l'utilisation de ces méthodologies. Une thèse³ est en cours afin d'élaborer des méthodes de segmentation automatique des parcelles agricoles qui devrait permettre de se passer à terme du RPG.

Il s'agira de poursuivre ce suivi sur plusieurs années afin de tester sa robustesse dans différents contextes hydro-climatiques. Le SMAVD souhaite également poursuivre le travail entrepris afin de pouvoir actualiser annuellement les données d'entrée de l'outil C3PO (cultures et surfaces irriguées) et le calcul de la demande en eau d'irrigation.

³ Thèse CIFRE encadrée par Valérie Demarez (Ghaith Amin, CESBIO/MEOSS)

Les résultats sont visualisables sur l'interface de visualisation des résultats mis en ligne sur le site web du SMAVD :

[https://cartotheque.smavd.org/index.php/view/map?repository=irrigation&project=Tel edetection](https://cartotheque.smavd.org/index.php/view/map?repository=irrigation&project=Tel%20edetection)





**Le projet LIFE Eau&Climat (LIFE19 GIC/FR/001259)
a reçu un financement du programme LIFE de l'Union**

Contact projet : Dr Sonia SIAUVE
(Office International de l'Eau)
s.siauve@oieau.fr



Office
International de
l'Eau



gesteau.fr/life-eau-climat



[@gesteau](https://twitter.com/gesteau)