



SMART GREEN WATER

Diffusion de solutions innovantes et renforcement des capacités pour une irrigation intelligente

Livable 1.2.2 Diagnostic transnational de la mise en œuvre de la S3 pour la numérisation de l'eau agricole



TG1 : Stratégie de mise à disposition de solutions numériques pour la gestion de l'eau dans l'agriculture.

Activité 1.2 : Diagnostic territorial dans chaque région de projet.

Document de synthèse (acteurs, ressources, freins et leviers) pour la numérisation de la gestion de l'eau agricole.

Septembre 2024. Distribution publique.

Smart Green Water est cofinancé par le programme Interreg VI-B Sudoe 2021-2027 par le biais du Fonds européen de développement régional (FEDER)
Budget : 1.582.930,00 € Fonds FEDER : 1.187.197,50 €

interreg-sudoe.eu



Introduction	3
Présentation du projet et des résultats attendus	3
Méthodologie d'enquête	3
Historique et contexte	4
1. Profil de l'agriculture par région, contexte et acteurs clés	6
France	6
Espagne	9
Portugal	13
2. Les questions posées autour des solutions numériques et de l'irrigation	16
2.1 Enjeux techniques	16
2.2 Enjeux agronomiques	20
3. Barrières et leviers pour l'adoption d'outils numériques pour l'irrigation	21
4. Les besoins d'innovation	24
Bibliographie	25
Annexes	26

Tableau des figures

Figure 1 : Évolution des prélèvements d'eau par secteur économique entre 1990 et 2015

Figure 2 : Carte de France et utilisation des sols par grandes catégories d'agriculture

Figure 3 : Carte de la France et proportion de la surface irriguée dans la surface agricole

Figure 4 : Diagramme de la répartition des zones irriguées en fonction des cultures

Figure 5 : Identité agricole et hydrique de l'Occitanie et de la Nouvelle-Aquitaine en 2023

Figure 6 : Cartographie des références, projets et initiatives et principaux acteurs en Occitanie et Nouvelle-Aquitaine en 2023.

Figure 7 : Carte de l'Espagne et de sa répartition agricole

Figure 8 : Répartition des cultures irriguées en Espagne

Figure 9 : Identité agricole et hydrique de l'Andalousie, de la Murcie, de Castilla y Leon, de Castilla la Mancha, de l'Estrémadure et de la Catalogne en 2023

Figure 10 : Cartographie des références, projets et initiatives et des principaux acteurs en Espagne.

Figure 11 : Répartition des UAS au Portugal

Figure 12 : Répartition des cultures agricoles permanentes au Portugal

Figure 13 : Répartition des cultures agricoles temporaires au Portugal

Figure 14 : Identité agricole et hydrique de l'Alentejo.

Figure 15 : Cartographie des références, projets et initiatives et des principaux acteurs au Portugal.

Introduction

Présentation du projet et des résultats attendus

Le projet SMART GREEN WATER vise à promouvoir des réponses communes aux défis de l'agriculture dans l'espace SUDOE, à travers la mise en œuvre de stratégies de spécialisation intelligente, pour un secteur agricole plus durable et plus intelligent, qui renforce le tissu socio-économique des zones rurales. Pour cela, les partenaires français, espagnols et portugais travaillent ensemble à la mise en œuvre de solutions visant à accélérer la transition numérique de l'agriculture vers un secteur agricole plus résilient, adapté aux aléas climatiques, optimisé et plus économe dans la consommation de la ressource en eau. Le projet développera une stratégie transnationale pour encourager le développement, la fourniture et la diffusion de solutions numériques en favorisant l'action sur les différents leviers nécessaires pour créer les capacités nécessaires parmi les acteurs clés de la chaîne de valeur agricole et de l'innovation.

Ce document s'inscrit dans le cadre du groupe de travail 1 : «Stratégie pour la fourniture de solutions numériques pour la gestion de l'eau agricole», piloté par l'Eurorégion Pyrénées-Méditerranée. Ce groupe de travail sera ponctué par des comités d'élaboration, de suivi et d'évaluation de la stratégie (CESES). Ce document correspond à l'activité 1.2 «Enquête territoriale dans chaque région du projet» et au livrable 1.2.2 : «Enquête transnationale sur la mise en œuvre de la S3 pour la numérisation de l'eau agricole - Document de synthèse (acteurs, ressources, freins et leviers) pour la numérisation de la gestion de l'eau agricole».

Méthodologie de l'enquête

Pour réaliser l'enquête, une méthodologie à deux niveaux a été conçue et mise en œuvre :

Niveau 1 : niveau macro, les partenaires du projet fournissent des informations et des connaissances

- **Cartographie de l'écosystème mondial des acteurs**

- Bibliographie et références
- Contexte agricole régional
- Les défis de la gestion de l'eau : une perspective agronomique et technologique
- Politiques régionales
- Solutions numériques pour l'irrigation et la gestion de l'eau
- Acteurs régionaux
- Projets et initiatives

Toutes ces informations ont été rassemblées dans un fichier partagé

Niveau 2 : Les partenaires de SGW recherchent des informations plus détaillées auprès du secteur de l'irrigation à l'échelle régionale, en recueillant des informations expertes auprès d'un panel d'acteurs experts (équipementiers, fournisseurs de solutions numériques, semenciers, organismes de stockage (coopératives et négociants), syndicats de production spécialisés, structures de partage de l'eau, etc.)

Un guide d'entretien a été proposé :

- Comment les outils numériques sont-ils utilisés aujourd'hui pour l'irrigation et la gestion de l'eau ?
- Quels sont les outils numériques les plus couramment utilisés ?

- Quels sont les obstacles à l'utilisation de la technologie numérique ?
- Quels sont les leviers d'action pour accélérer l'utilisation de la technologie numérique ?
- De quoi avez-vous besoin et de quels outils avez-vous besoin ?

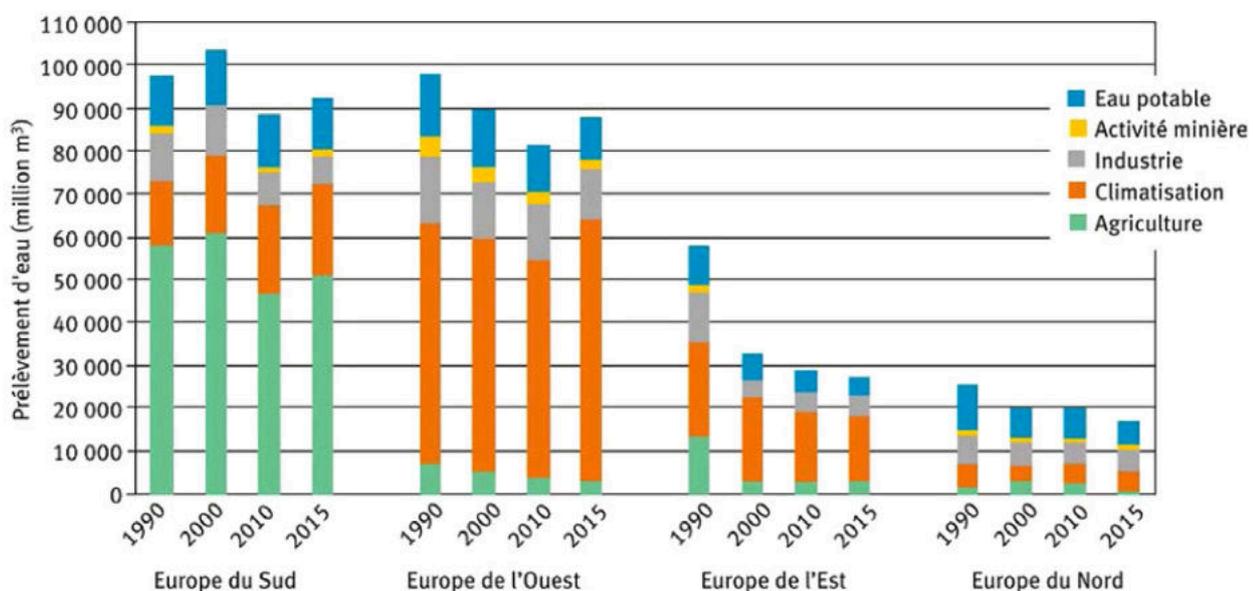
Chaque partenaire a suivi ces lignes directrices et a recueilli les réponses de ses acteurs locaux. Par ailleurs, une synthèse par pays a été réalisée par l'un des partenaires du projet (IRTA pour l'Espagne, ASOI pour la France, COTR pour le Portugal). Au total, 82 personnes ont été interrogées en France, en Espagne et au Portugal. L'enquête a duré 4 mois.

Historique et contexte

L'irrigation a pour but de répondre aux besoins en eau des plantes, en leur fournissant les éléments essentiels à leur croissance et à leur survie. Elle joue un rôle crucial dans l'absorption des minéraux contenus dans l'eau du sol et dans la régulation de la température des plantes [10]. L'irrigation est principalement utilisée pour sécuriser les rendements face aux aléas climatiques tels que la sécheresse, en réduisant la quantité d'eau prélevée dans la nappe phréatique, en augmentant les rendements moyens et en améliorant la qualité des produits, par exemple en limitant le développement des mycotoxines causées par le stress hydrique. Il existe également une demande croissante d'irrigation dans des régions auparavant non irriguées, comme certaines zones viticoles de l'Hérault [2]. L'irrigation joue un rôle essentiel dans l'atténuation des risques climatiques. En optimisant les rendements, elle améliore la rentabilité des cultures, mais elle génère aussi des coûts [1]. Ce problème devient de plus en plus préoccupant en Catalogne également, où des cultures clés telles que les vignobles de la région du Penedès et les oliviers, traditionnellement tributaires de la pluie, auront bientôt besoin d'une irrigation supplémentaire pour résister aux effets du changement climatique. Nous pouvons nous attendre à ce que ce problème s'étende à l'ensemble de la région SUDOE, plutôt que d'être confiné à quelques zones spécifiques.

Les pays du sud de l'Europe (par exemple l'Espagne, le Portugal et le sud de la France) se caractérisent par un climat méditerranéen avec des conditions semi-arides qui rendent l'agriculture irriguée beaucoup plus productive que l'agriculture pluviale. Dans la plupart des cas, l'irrigation est une caractéristique de l'agriculture établie de longue date et est souvent le principal utilisateur d'eau [3].

Figure 1 : Évolution des prélèvements d'eau par secteur économique entre 1990 et 2015 [3].



Dans l'ensemble, malgré l'intensification des déficits hydriques des cultures dans de nombreuses régions d'Europe, les prélèvements d'eau pour l'irrigation ont diminué dans toutes les régions entre 1990 et 2015 (75 %, 69 %, 51 % et 12 % pour l'Europe de l'Est, du Nord, de l'Ouest et du Sud, respectivement). Elle est plus faible, mais réelle, dans les régions où les déficits en eau des cultures sont très prononcés (Europe du Sud).

L'agriculture représente environ 70 % des prélèvements totaux d'eau douce dans le monde, principalement par le biais de l'irrigation [5]. Environ 90 % de l'eau utilisée par l'agriculture sert à l'irrigation, tandis que les 10 % restants sont utilisés pour abreuver le bétail et nettoyer les installations. L'irrigation représente environ 10 % du volume d'eau prélevé annuellement, mais en consomme plus de 50 % pendant l'été, avec des disparités géographiques et des variations interannuelles importantes [2]. Dans les pays du sud de l'Europe, la plus grande partie de l'eau est prélevée à des fins agricoles, en particulier pour l'irrigation, qui représente généralement environ 60 % du total des prélèvements, voire 80 % dans certaines régions [4]. La question de l'origine de cette eau reste cruciale [2].

Sur les 50 milliards de m³ d'eau utilisés par l'agriculture dans l'Union européenne, 37 % proviennent de prélèvements directs dans les rivières et autres cours d'eau, 36 % dans les eaux souterraines et 27 % dans des réservoirs. Ces réservoirs peuvent être naturels (lacs, étangs, etc.) ou artificiels (barrages-réservoirs, retenues collinaires, etc.) et sont souvent multifonctionnels. La recharge des réservoirs artificiels est considérée comme un prélèvement forcé et différé d'eau souterraine ou d'eau de surface dans le cycle de l'eau [2].

Les pays du sud de l'Europe tels que l'Espagne, le Portugal et le sud de la France bénéficient d'un climat méditerranéen semi-aride qui favorise l'efficacité de l'agriculture irriguée par rapport à l'agriculture pluviale. L'irrigation est souvent une pratique établie de longue date dans ces régions et représente la principale utilisation de l'eau. Entre 1990 et 2015, bien que les déficits hydriques des cultures se soient intensifiés, les prélèvements d'eau pour l'irrigation ont diminué en Europe du Sud (12 %) [11].

Cette réduction des prélèvements d'eau pour l'irrigation peut être attribuée à divers facteurs, dont les politiques historiques, la sélection des cultures et l'amélioration des technologies d'irrigation. En outre, un point soulevé lors des entretiens, la réduction de la consommation d'eau, l'amélioration de la qualité des produits est l'autre incitation majeure à la numérisation de l'irrigation. Les incitations politiques en faveur de technologies d'irrigation plus efficaces et le développement d'infrastructures d'approvisionnement en eau peuvent jouer un rôle crucial dans la réduction des prélèvements d'eau, en particulier à la lumière des défis posés par le changement climatique [11].

La numérisation de l'irrigation représente un espoir considérable pour la gestion durable de l'eau. Elle permet de maximiser l'efficacité de cette ressource, de réduire les gaspillages et de mieux anticiper les pénuries, tout en contribuant à une agriculture plus respectueuse de l'environnement et plus résiliente face aux défis climatiques.

1. Profil de l'agriculture par région, contexte et acteurs clés

France

Détails de l'enquête disponibles en annexe 1

Figure 2 : Carte de France et occupation des sols par principales catégories d'agriculture

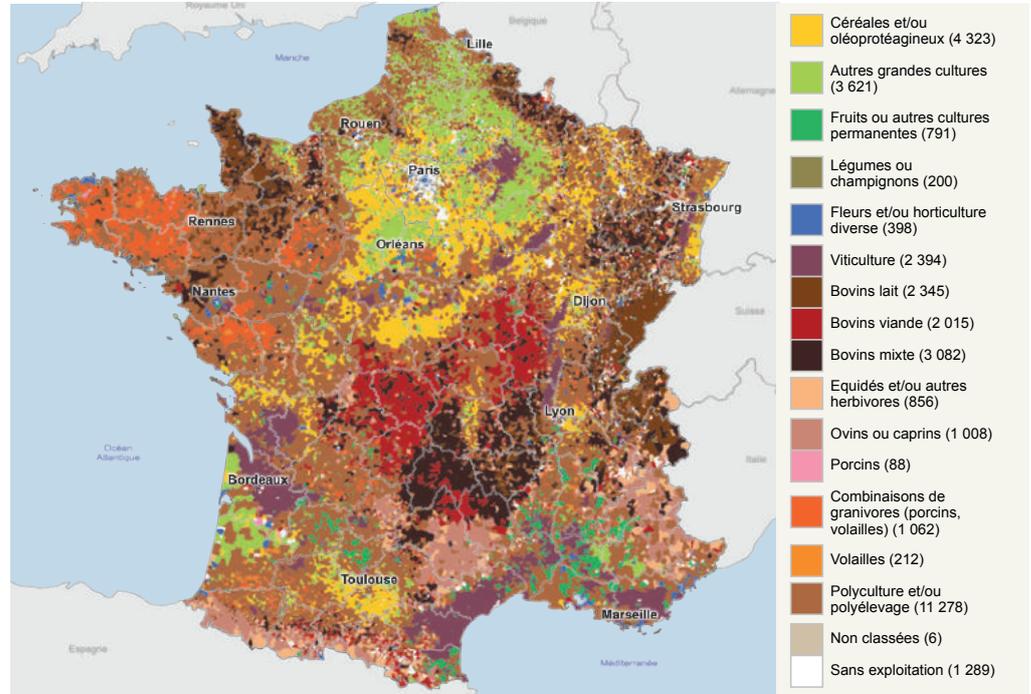


Figure 3 : Carte de la France et proportion de la surface irriguée dans la surface agricole

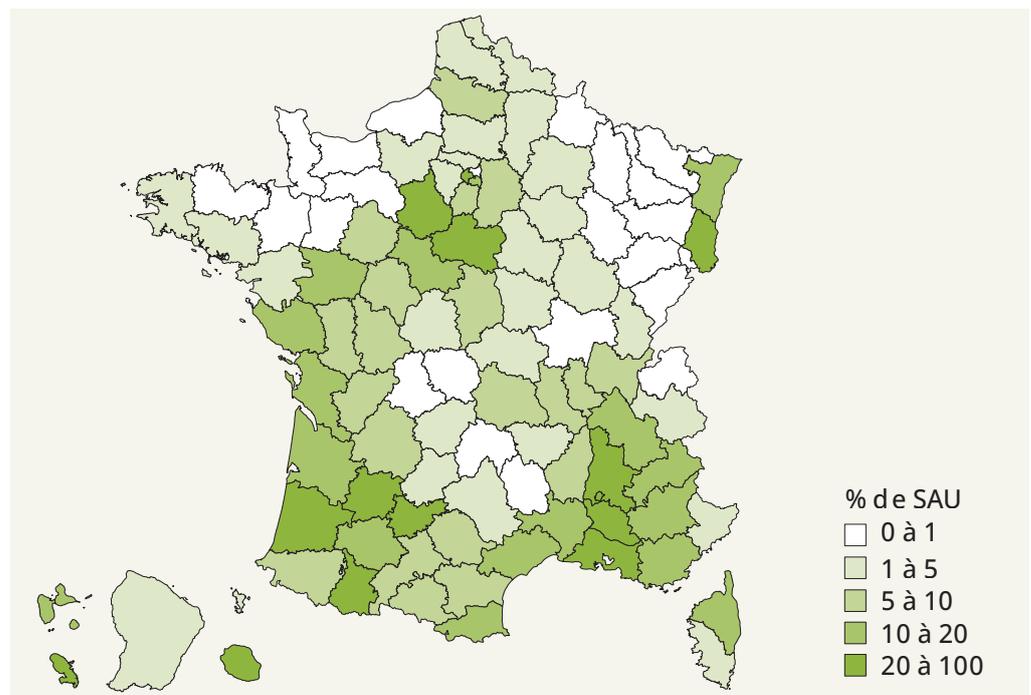
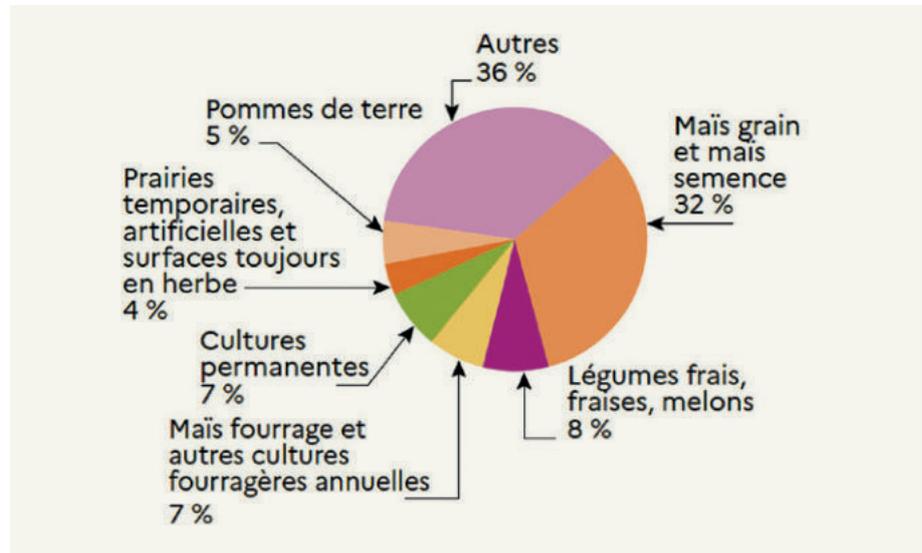


Figure 4 : Diagramme de la répartition des zones irriguées en fonction des cultures



Les prélèvements d'eau pour l'ensemble de l'activité agricole en France sont de l'ordre de 5 milliards de mètres cubes par an, représentant 60 % des prélèvements totaux, soit 3 milliards de mètres cubes par an. La ressource totale disponible en France est de 175 milliards de mètres cubes par an [10].

Une grande partie de la surface agricole utile (SAU) est occupée par des cultures dites pluviales, qui ne nécessitent pas d'irrigation. En 2020, en France, seulement 6,8 % des terres agricoles étaient irriguées, soit moins de 1,8 million d'hectares (en 2010, ce chiffre était de 5,8 %), et ce de manière assez inégale sur le territoire [9]. Les niveaux d'irrigation varient fortement d'une région à l'autre, en fonction des cultures, des méthodes d'irrigation utilisées et de l'équipement hydraulique des exploitations. En 2020, les exploitations maraîchères et horticoles sont les plus équipées en systèmes d'irrigation (51% d'entre elles), les cultures de maïs représentant les surfaces les plus irriguées (38%), suivies du blé (12%) et des légumes frais, fraises et melons (9%). L'évolution des conditions climatiques a conduit les agriculteurs à s'équiper davantage, avec une augmentation moyenne des surfaces irrigables de 23 % entre 2010 et 2020 [9].

L'Occitanie et la Nouvelle-Aquitaine sont des piliers de l'agriculture française, premières régions agricoles en termes de surface et de volume économique. Ensemble, l'Occitanie et la Nouvelle-Aquitaine représentent près de 30 % de la surface agricole utilisée (SAU) de la France, ce qui en fait les deux premières régions agricoles du pays. Ces régions bénéficient d'une variété de conditions climatiques et de sols, favorisant une grande diversité agricole.

Figure 5 : Identité agricole et hydrique de l'Occitanie et de la Nouvelle-Aquitaine en 2023

Principales cultures	Cultures fourragères, céréales, oléagineux, vigne, protéagineux et légumineuses - DRAAFNA - DRAAFOcc
Surface agricole (ha)	7,2 millions (3M Occ, 4,2M NA)- CAOcc , CANA
Superficie irriguée (ha)	700 000 (300 000 Occ, 400 000 NA) - DRAAF Occ , DRAAFNA
% de cultures irriguées en Occ et NA	Occ 10-12% DRAAFOcc / NA 11% DRAAFNA
Cultures les plus irriguées	Maïs grain, maïs semence et blé tendre Agreste
Précipitations moyennes (mm)	780, Bilan hydrologique des sols

Le Sud-Ouest de la France concentre un large éventail d'acteurs spécialisés dans l'irrigation agricole : For Research, l'INRAe de Montpellier, et l'unité de recherche Mixt UMR G-Eau, plusieurs instituts techniques (Vigne, Cultures annuelles, F&V) et un large éventail d'entreprises, qu'il s'agisse d'équipementiers, de fournisseurs de solutions et de gestionnaires de l'eau (Agralis Service) ou d'entreprises innovantes et de startups (Fruition Science, ITK). De nombreux projets d'innovation ont été menés dans la région. Entre autres, DISP'EAU, PRECIEL avec pour objectif de développer des solutions numériques pour la gestion de l'eau au niveau pilote (DISP'EAU) ou territorial (PRECIEL). Dernièrement, l'EDIH occitanIA se concentre sur la transformation numérique dans les secteurs dont l'agriculture, et est une initiative régionale qui rassemble tous les acteurs de la région pour développer des solutions appropriées.

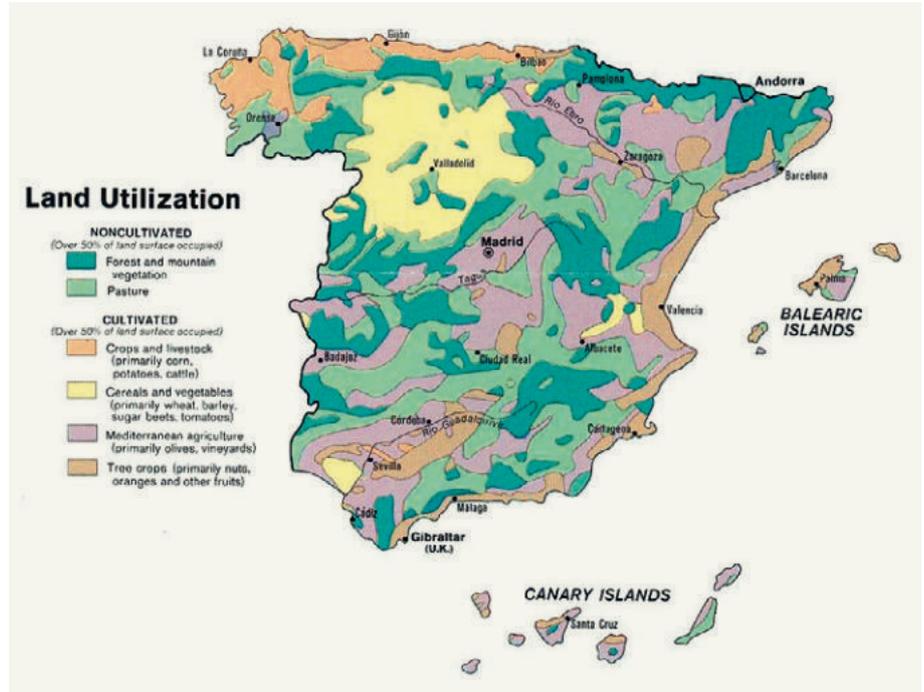
Figure 6 : Cartographie des références, projets et initiatives et principaux acteurs en Occitanie et Nouvelle-Aquitaine en 2023.

<p>Principales références</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Serra-Wittling, C., (2017). Évaluation des économies d'eau à la parcelle réalisables par la modernisation des systèmes d'irrigation. https://reseau-eau.educagri.fr/files/EvaluationDesEconomiesDeauALaParcelleRe_fichierRessource1_rapport_efficiency_irrigation.pdf • Serra-Wittling, C., (2022). Guide pratique de l'irrigation - 4ème édition. Editions Quae https://guide-irrigation.g-eau.fr • Ministry of Agriculture, 2024. L'Occitanie, un laboratoire pour repenser les usages de l'eau https://agriculture.gouv.fr/occitanie-un-laboratoire-pour-repenser-les-usages-de-leau • Ministry of Agriculture, 2024. Occitania, a laboratory for rethinking water uses https://agriculture.gouv.fr/occitanie-un-laboratoire-pour-repenser-les-usages-de-leau • Aspexit, 2023. Gestion de l'eau et technologies numériques dans l'agriculture https://www.aspexit.com/gestion-de-leau-et-technologies-numeriques-en-agriculture/#Observer_et_Mesurer
<p>Principaux projets et initiatives</p>	<ul style="list-style-type: none"> • EDIH OccitanIA - Transformation numérique de la Région Occitanie (2023-2026) • DISP'EAU (FUI) - Service innovant de suivi de l'irrigation des vignobles (2009-2013). • PRECIEL (FUI) - Diagnostic hydrique et prévision de rendement des cultures - (2015-2020) • IRRI-ALT'EAU - Réutilisation des eaux usées traitées, comme alternative au système d'arrosage agricole des vignes (2013-2018) • Tai-Oc (CACG) Transition agro-écologique et irrigation en Occitanie (2022-2027) • Log'au (Géomatys), (2024-2026) • Hydropolis, rassemblement des forces de la recherche sur l'eau à Montpellier.
<p>Principaux acteurs</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Recherche : Inrae, Institut Agro, UMR G-Eau, EACC Chair, Bordeaux Science Agro • Centres techniques : IFV, ARVALIS, CTIFL, CTELim • Entreprises : Fruition Science, ITK, CACG, BRL, ARTERRIS, Vegetal Signal, CACG, ACMG, Agralis Service, Maisadour, Euralis

Espagne

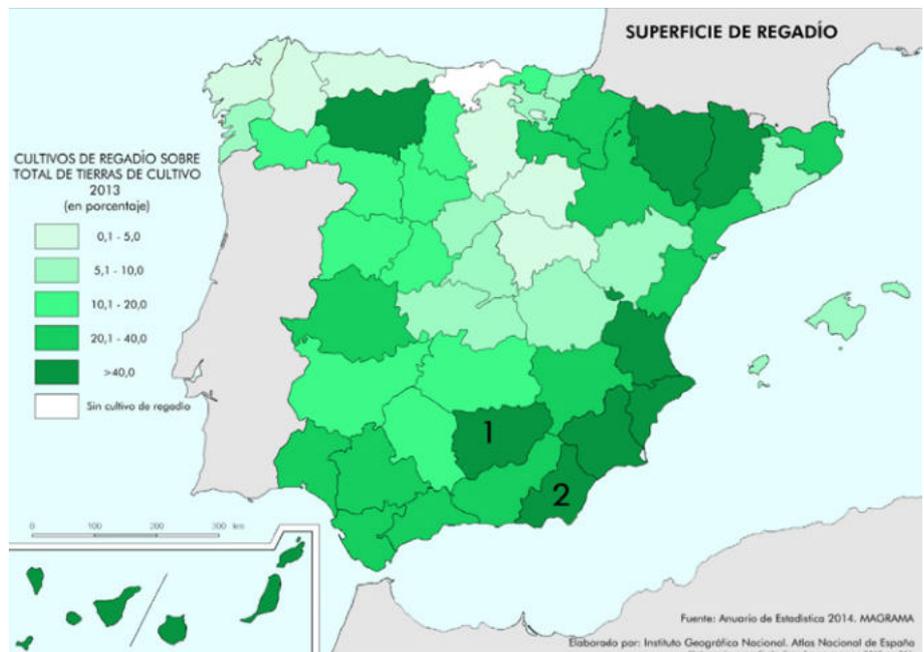
Détails de l'enquête disponibles en annexe 2

Figure 7 : Carte de l'Espagne et de sa répartition agricole



Source (2020): <https://maps-spain.com/maps-spain-geography/spain-agriculture-map>

Figure 8 : Répartition des cultures irriguées en Espagne



Source (2020): <https://geonacob.wordpress.com/wp-content/uploads/2022/02/image.png>

En Andalousie (And), Murcie (Mc), Castille et León (CL), Castille la Manche (CM), Estrémadure (Ex) et Catalogne (CT)

- **L'Andalousie** est la région qui possède la plus grande superficie irriguée d'Espagne, soit environ 1,12 million d'hectares, ce qui représente environ 29 % du total national. Les oliveraies et les cultures de fruits et légumes prédominent, en particulier dans les provinces côtières.
- **La région de Murcie** a une superficie irriguée d'environ 175 601 hectares. Ce chiffre reflète l'importance de l'irrigation dans une région au climat particulièrement aride, où l'agriculture dépend largement de l'irrigation artificielle pour maintenir sa production agricole. En raison de son climat aride, la région se concentre sur les fruits et légumes, avec une production importante de laitues, de melons et d'agrumes.
- **La région de Castilla y León** a une superficie irriguée de 451 989 hectares. Bien que la région soit essentiellement céréalière et pluviale, elle a développé une importante infrastructure d'irrigation pour compléter sa production agricole. Les céréales irriguées, telles que le maïs et la betterave à sucre, prédominent.
- **Castilla-La Mancha** est la deuxième communauté autonome en termes de superficie irriguée, avec 582 767 hectares. Ce recours important à l'irrigation reflète l'adaptation de la région à une agriculture intensive et diversifiée. Cultures prédominantes : Vignoble, oliveraie et maïs.
- **L'Estrémadure** a une superficie irriguée de 256 887 hectares, ce qui représente environ 30 % de la superficie agricole totale de la région. Bien que la culture principale soit l'olive, la production de céréales, de fruits et de vin est également très importante.
- Le secteur agricole de la **Catalogne** dépend fortement de l'irrigation, en particulier dans des régions comme Lleida et le Baix Ebre, où l'accès à l'eau est vital pour la production de fruits et de légumes. La Catalogne compte environ 275 000 hectares de terres irriguées, ce qui représente environ 30 % de la superficie cultivée de la région. À elle seule, la région de Lleida compte près de 160 000 hectares de terres irriguées, particulièrement adaptées à la culture de vergers comme les pommes, les poires et les pêches.

Figure 9 : Identité agricole et hydrique de l'Andalousie, de la Murcie, de Castilla y Leon, de Castilla la Mancha, de l'Estrémadure et de la Catalogne en 2023.

Principales cultures	Olives, vignobles, céréales, fruits et légumes
Surface agricole (ha)	13,04 millions (ESYRCE-Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2023) And : 3.529.743 ha Mc: 466.453 ha CL: 3.542.091 ha Ex: 1.001.535 ha CT: 815.317 ha CM: 3.677.532 ha

Superficie irriguée incluant les serres (ha)	2,79 millions (ESYRCE-Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2023) And: 1.057.191 ha Mc: 177.916 ha CL: 456.620 ha Ex:256.877 ha CT: 252.548 ha CM: 593.319 ha
% de cultures irriguées en Espagne	22
Cultures les plus irriguées	Olives, céréales, fruits, vignobles, légumes et horticulture
Précipitations moyennes (mm)	537

Figure 10 : Cartographie des références, projets et initiatives et des principaux acteurs en Espagne.

Principales références	<ul style="list-style-type: none"> • Gómez, J. M. (2019): “Modernización de regadíos en España: experiencias de control, ahorro y eficacia en el uso del agua para riego”, in AGUA Y TERRITORIO, 13, pp. 69-76, Universidad de Jaén, España. https://revistaselectronicas.ujaen.es/index.php/atma/article/view/3972 • González, J., Sillero, J. A., González, J. J., Hormaza, J. I y Ruíz, J. D. (2023): “Técnicas experimentales para el control de la optimización y recursos hídricos en el contexto del sur de España”, in Geografía: Cambios, Retos y Adaptación, pp. 1165-1172. https://riuma.uma.es/xmlui/handle/10630/27727 • Berbel, J. y Espinosa-Tasón, J. (2021): “La gestión del regadío ante la escasez del agua: el caso de España”, in J. Melgarejo, M. I. López-Ortiz y P. Fernández-Aracil (Ed.) “INUNDACIONES Y SEQUÍAS. Análisis Multidisciplinar para Mitigar el Impacto de los Fenómenos Climáticos Extremos”, pp. 411- 416. https://helvia.uco.es/handle/10396/21877 • Velasco-Muñoz J.F., Aznar-Sánchez J.A., López-Felices B. y Balacco G. (2022): “Adopting sustainable water management practices in agriculture based on stakeholder preferences”, in Agricultural Economics - Czech, 68 (9), pp. 317-326. https://repositorio.ual.es/bitstream/handle/10835/14897/203_2022-AGRICECON_Final.pdf?sequence=1 • Sánchez, J. I. (2020): “Los regadíos ante el cambio climático”, in J. Berbel (Ed.) “Externalidades positivas del regadío”, Federación Nacional de Comunidades Regantes de España, pp. 79-91. https://helvia.uco.es/xmlui/handle/10396/22204 • Cámara-Campos, E., Oliva-Menoyo J., Badal E. y Bonet, L. (2023): “La digitalización en la agricultura de regadío”, in L’Agrària Revista de informació tècnica, 4, pp. 5-10. https://redivia.gva.es/handle/20.500.11939/8750 • Trillo Guardia, C. (2023). Hacia una digitalización sostenible del regadío. Cámara Insular de Aguas de Tenerife. https://www.camaradeaguas.com/hacia-una-digitalizacion-sostenible-del-regadio/
-------------------------------	---

<p>Principales références</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (2023). Las bases del PERTE de digitalización del ciclo del agua para regadío. https://www.camaradeaguas.com • Lamo, J., & Garrido, A., (2024). Regadío y Seguridad Alimentaria. La situación en España. Edición: Cajamar Caja Rural. • Dossier Técnico 107. Agriculture de précision : applications dans le domaine de la pêche • Dossier technique 121. Agriculture de précision : applications dans le domaine de la pêche. Cas pratiques • Dossier Técnico 65. Fertirrigation
<p>Principaux projets et initiatives</p>	<ul style="list-style-type: none"> • OREN - Stimuler l'entrepreneuriat rural européen (2022-2024): https://www.oren-project.eu/ • Tech4Efficiency (EDIH): (2023-2025) https://padih.eoi.es/edih/extremadura-edih-t4e-tech-efficiency • APGEFERT - Desarrollo de técnicas para mejorar la incorporación de la Agricultura de Precisión a la Gestión del Fertirriego en explotaciones frutales (2019-2020): https://apgefert.greenfield.farm/objetivos/ • Grupo Operativo Cereal Agua - "Transferencia, innovación y nuevas tecnologías para un cultivo de cereal en España más eficiente, rentable, sostenible y socialmente integrador" (2019-2021) https://www.chduero.es/grupo-operativo-cereal-agua • IoT RUR - Applying IoT and Big Data technologies to the digitalisation of the Spanish horticultural sector (2018-2020): https://ctaex.com/transferencia-tecnologica/GOS-IoT-RUR • DIGIREG. Soutien numérique au contrôle de précision (2021-2024) • COMREG4ET. Calcul de la consommation d'eau des cultures et prévisions de la demande d'eau dans les communautés de montagne grâce à la télédétection (2021-2024) • HIBA- HUB IBERIA AGROTECH, Interreg (1/7/2018 - 30/6/2023) : Irrigation numérique pour l'agriculture. https://hubiberiaagrotech.eu/ • TIC4BIO, (1/7/2018-30/6/2020) Plateforme numérique pour l'amélioration de l'environnement. https://tic4bio.ecovalia.org/ • I-ReWater. Gestion durable des ressources hydriques dans l'agriculture de subsistance dans l'espace SUDOE • WEAM4i (Water & Energy Advanced Management for Irrigation) - Intégration de technologies pour la gestion efficace de l'eau et de l'énergie dans l'irrigation. • GEDIER, application de jumeaux numériques à des exploitations agricoles irriguées plus durables • PECT Girona, région sensible à l'eau. Projet de spécialisation et de compétitivité territoriale • SmartLand: Conectividad y datos para la mejora de la gestión territorial del agua • FertiTwin II conception d'un système de fertirrigation intelligent soutenu par un modèle numérique de culture.

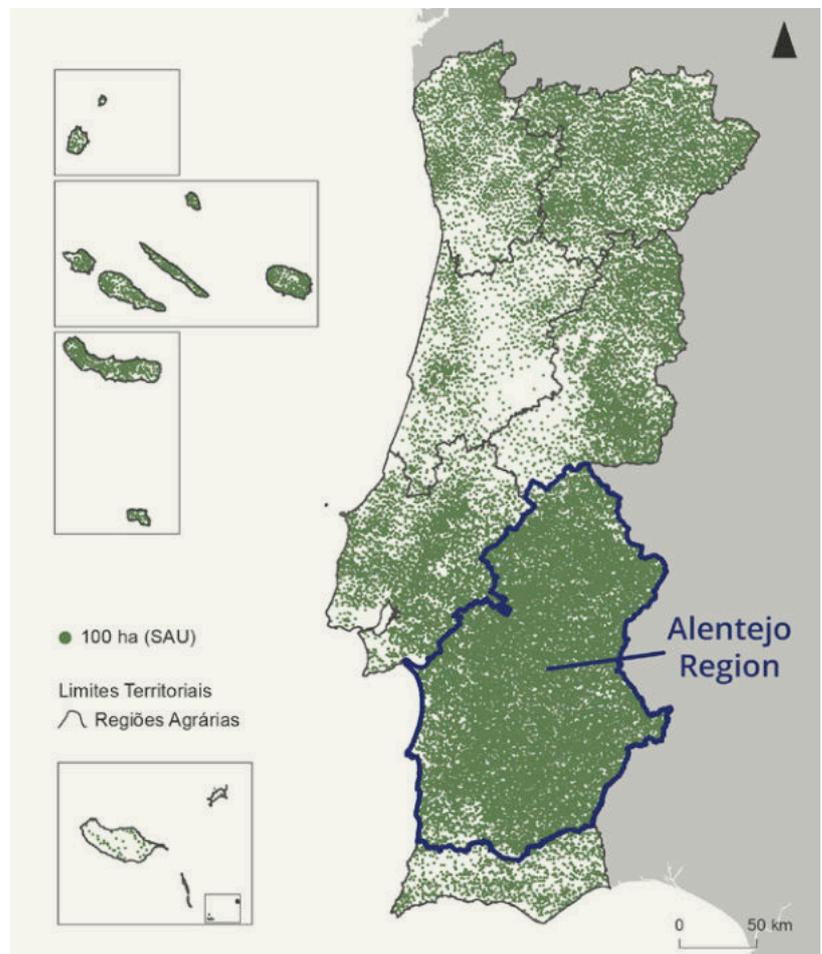
**Principaux
acteurs**

- **Recherche** : CTAEX, CICYTEX, CETA Ciemat, CenitS, IRTA, Centro Nacional de Tecnología de Regadíos (CENTER), UCO, Centro de Estudios e Investigación para la Gestión de Riesgos Agrarios y Medioambientales (CEIGRAM), Instituto de Ciencias Agrarias (ICA/CSIC), CETAQUA, Institut Valencià d'Investigacions Agràries (IVIA), Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Medioambiental (IMIDA), Agrotech-UPC, Instituto de Investigación Agraria y Pesquera de Andalucía (IFAPA), [ETSEAFIV](#), Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agroalimentaria y Forestal y de Veterinaria de la Universidad de Lleida, [EEABB](#), Escuela de Ingeniería Agroalimentaria y de Biosistemas de Barcelona de la Universidad Politécnica de Cataluña
- **Centres techniques** : INURA, COMPUTAEX, Instituto Andaluz de Investigación y Formación Agraria, Pesquera, Alimentaria y de la Producción Ecológica (IFAPA),
- **Entreprises** : Greenfield technologies, agrogestion extremeña, Uniatec riegos, servi riegos, acement riegos, agrocolor, TRAGSA, Regaber, [VEGGA](#), [Agropixel](#), [LabFerrer](#), [ITC Dosing Pumps](#), [Aigües del Segarra Garrigues](#)

Portugal

Détails de l'enquête disponibles en annexe 3

Figure 11 : Répartition des UAS au Portugal



Source: INE, 2021.
Recenseamento Agrícola Análise dos principais resultados -2019. Lisboa-Portugal, www.ine.pt (dados estatísticos-publicações)

Figure 12 : Répartition des cultures agricoles permanentes au Portugal

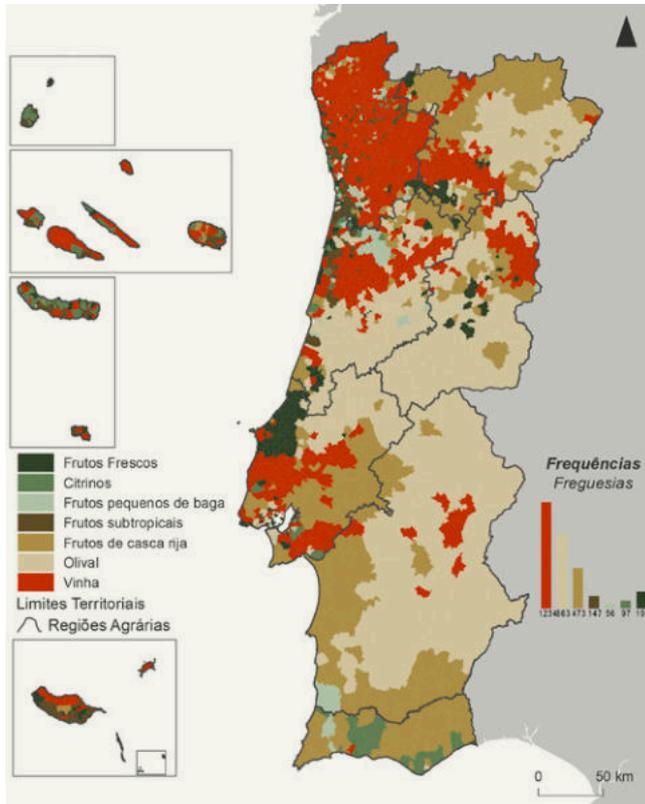
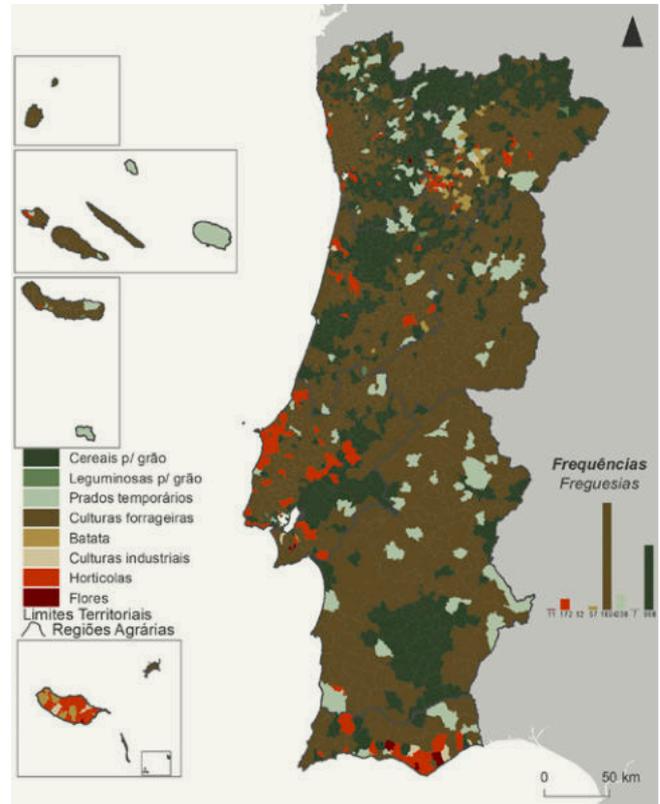


Figure 13 : Répartition des cultures agricoles temporaires au Portugal



Source: INE, 2021. Recenseamento Agrícola Análise dos principais resultados -2019. Lisboa-Portugal, www.ine.pt (dados estatísticos-publicações)

Figure 14 : Identité agricole et hydrique de l'Alentejo.

Principales cultures	Olives, noix, vignobles et céréales
Surface agricole (ha)	2 144 066 [6]
Superficie irriguée (ha)	218 821 ha [6]
% de cultures irriguées Alentejo	10 % [6]
Cultures les plus irriguées	Olives, noix, vignobles et céréales
Précipitations moyennes (mm)	Moyenne dans l'Alentejo 326 mm. Région avec de grandes variations, entre 184 mm dans l'intérieur sud et 461 mm dans le centre. La station du réseau COTR sous influence atlantique a enregistré 336 mm (COTR, 2024).

L'Alentejo est une région du sud du Portugal qui correspond à un tiers du territoire du Portugal continental. La superficie irrigable du Portugal rapportée par le recensement agricole en 2019 était de 631 hectares, dont environ 37 % sont situés dans l'Alentejo, avec l'accent mis sur les cultures permanentes, qui représentent 65 % de la superficie irrigable de la région et 24 % de celle du pays. Les principales cultures permanentes sont les oliviers, les fruits à coque et la vigne. Les cultures temporaires sont les céréales et les prairies.

Figure 15 : Cartographie des références, projets et initiatives et des principaux acteurs au Portugal.

<p>Principales références</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Inovação na agricultura (InovTechAgro, 2023) • Manual Agricultura Precisão (ajap.pt, 2009) • O uso da água em Portugal - Adopção de sistemas de rega mais eficientes (2020, Estudo-Gulbenkian.pdf) • Ficha Técnica: Adaptação do Regadio às Alterações Climáticas (COTR.pt, 2020) • Utilização de sensores de baixo custo para condução eficiente da rega (utl.pt, 2022) • Sistemas de rega - Análise do funcionamento de sistemas de rega (rederural.gov.pt) • Otimização de rega utilizando um modelo de aprendizagem, Caso estudo em Portugal (ScienceDirect, 2022) • Regadio de precisão: Manuel d'utilisation des technologies de précision dans les systèmes d'application variée (VRI) (terra-pro.net, 2021)
<p>Principaux projets et initiatives</p>	<ul style="list-style-type: none"> • HubIS - Hub d'innovation ouverte pour les systèmes d'irrigation dans l'agriculture méditerranéenne (2020-2023) https://prima-hubis.org/ • SmartAgriHubs FIE 22 - Aide aux décisions d'irrigation à l'aide d'outils informatiques utilisables. (2019-2021) https://www.smartagrihubs.eu/flagship-innovation-experiment/22-fie-online-irrigation-portal • Empreinte des pieds de l'eau du vin (2017-2019) WineWATER Footprint • "Conhecer para Prever o Futuro - Produção em contexto de Alterações Climáticas: Avaliação dos besoins futurs d'adaptation notamment à la disponibilité de l'eau (2019-2022) • PARE - Plataforma de Avisos de Rega (2022-2024) • AGIR - Sistema de Avaliação da Eficiência do Uso da Água e da Energia em Aproveitamentos Hidroagrícolas (2017-2021) • VinAzReg - Boas Práticas de Gestão da Água para a Vinha e Olival, supported by Calouste Gulbenkian (2022-2023)
<p>Principaux acteurs</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Recherche : MED - Instituto Mediterrâneo para a agricultura, ambiente e desenvolvimento, CEBAL- Centro de biotecnologia agrícola e agro-alimentar do Alentejo, PACT - Parque do Alentejo de ciência e tecnologia • Enseignement : University of Evora, Polytechnic Institute of Beja, Polytechnic Institute of Portalegre • Entreprises : Aquagri, Hidrosoph, TerraPro, Hubel, Agroop

2. Les questions soulevées autour des solutions numériques et de l'irrigation

Nous avons cherché à comprendre les enjeux liés à l'irrigation et à l'utilisation de la technologie numérique dans ce domaine. Par «enjeux», nous entendons les grands objectifs recherchés et les problèmes associés. Les questions d'innovation, c'est-à-dire le besoin de solutions innovantes qui n'existent pas encore, sont traitées au paragraphe 5.

Nous distinguons ici les « enjeux techniques » liés aux équipements et aux solutions numériques (outils d'aide à la décision, capteurs, etc.), des enjeux « agronomiques » liés aux cultures et aux besoins des plantes.

Les résumés par pays ont mis en évidence des questions très similaires. Elles ont donc été traitées et résumées ci-dessous de manière transversale.

2.1 Enjeux techniques

La région méditerranéenne pourrait actuellement économiser 35 % d'eau en améliorant considérablement les systèmes d'irrigation et les infrastructures de transport. Une amélioration mineure pourrait entraîner des économies d'eau de 10 % [11].

Typologie des stratégies d'utilisation des outils numériques :

- **1er niveau** : Pas d'outil, seulement l'irrigation basée sur l'expérience empirique → Irrigation Oui/non
- **2ème niveau** : Avis du bulletin technique et des conseillers agricoles → Irrigation Oui/non
- **3ème niveau** : Capteurs positionnés au niveau de la parcelle (humidité du sol d'abord et plus rarement sur la plante) → Combien ?
- **4ème niveau** : Outil d'aide à la décision pour l'irrigation de précision, y compris l'aspect qualitatif → Quand ?

Les entretiens ont permis de dégager quelques tendances pour les questions techniques :

Un niveau d'adoption des solutions numériques plutôt faible

- De quoi s'agit-il ?
- Quel type d'outils numériques ?
- Quelles sont les cultures concernées ?

Le niveau d'adoption des solutions numériques est globalement faible mais dépend de l'équipement considéré [8], [7] :

- Rampe d'arrosage, politique publique (FR) qui a soutenu le renouvellement du matériel pour les cultures annuelles (très fréquent)
- Vanne connectée, contrôle à distance du système d'irrigation (environ 30% de l'adoption)
- Capteurs d'humidité pour détecter le stress et les besoins des plantes (25 %)
- Contrôle de l'heure avancée de la nuit (environ 20-40%)

Prouver la valeur ajoutée des solutions numériques

Coût des solutions numériques. Les coûts de mise en œuvre des technologies numériques semblent élevés. Il s'agit notamment d'investir dans des capteurs, des systèmes de gestion des données, des logiciels de modélisation et des infrastructures de communication. Il est essentiel de rechercher des solutions rentables, des subventions ou des partenariats public-privé pour rendre ces technologies plus accessibles aux agriculteurs.

Absence d'analyse claire des coûts et des avantages des nouvelles solutions. Le coût des solutions numériques devrait être comparé aux avantages obtenus. Le principal obstacle à l'adoption de solutions d'irrigation numériques est le manque de preuves tangibles de leur valeur ajoutée. Les agriculteurs et les décideurs ont souvent du mal à évaluer objectivement le rapport coût/bénéfice de ces technologies. Il est essentiel de développer des études de cas concrètes et des analyses de retour sur investissement pour démontrer clairement les avantages économiques et environnementaux des solutions numériques.

Installation, fonctionnement, outils intuitifs

La complexité des solutions. L'enquête a révélé qu'il existe de nombreuses solutions numériques sur le marché, mais qu'elles sont souvent inadaptées (elles ne répondent pas exactement au besoin) ou trop compliquées à mettre en œuvre. De plus, les solutions sont généralement peu interopérables, ce qui oblige les agriculteurs à utiliser plusieurs outils différents et à «jongler» avec les données. C'est un obstacle majeur à leur développement.

Un besoin de formation ? Le manque d'accès aux outils avancés et la capacité à les interpréter correctement. Les agriculteurs ont souvent un accès limité aux outils avancés de gestion de l'irrigation, et même lorsqu'ils y ont accès, ils n'ont pas toujours la formation nécessaire pour les utiliser correctement. Une formation adéquate est essentielle pour maximiser les avantages de ces technologies.

La nécessité d'anticiper les besoins en irrigation

Prévision et anticipation. La modélisation numérique et les données des stations météorologiques jouent un rôle clé dans l'irrigation moderne. Ils permettent de prévoir avec précision les besoins en eau, en intégrant les variables météorologiques et les données historiques. Cette anticipation aide les agriculteurs à planifier leurs apports en eau de manière plus efficace, ce qui permet de réduire le gaspillage et d'optimiser la production. Par exemple, des modèles climatiques avancés peuvent prévoir les sécheresses ou les précipitations, ce qui permet une gestion proactive de l'irrigation.

Tendances et analyses. Les stations météorologiques et les systèmes de modélisation fournissent également des tendances à long terme, ce qui permet de suivre l'évolution des conditions climatiques et de la disponibilité de l'eau. Ces données historiques et prévisionnelles sont essentielles pour développer des stratégies d'irrigation résilientes face au changement climatique, en adaptant les pratiques agricoles pour maintenir la productivité tout en préservant les ressources en eau.

Encore trop peu d'outils le font. La modélisation en tant qu'outil d'anticipation et de prédiction est encore sous-exploitée par les entreprises proposant des solutions. Les solutions les plus répandues sur le marché sont basées sur des faits et des données à un moment précis. Seules une ou deux entreprises se concentrent actuellement sur la modélisation à long terme, qui est moins précise mais offre une visibilité sur un an.

Effacité et efficacité des installations et des outils

Dimensionnement de l'installation. Le dimensionnement correct des installations d'irrigation est essentiel pour assurer une distribution uniforme et adéquate de l'eau. Des installations mal dimensionnées peuvent entraîner une surconsommation d'eau ou une irrigation insuffisante, avec un impact négatif sur le rendement des cultures.

Le vieillissement des installations et les problèmes de perte d'eau. Les infrastructures d'irrigation vieillissantes contribuent de manière significative à la perte d'eau. Les canaux fissurés, les joints défectueux et les pompes inefficaces sont quelques-unes des principales causes. L'entretien et la modernisation des installations sont souvent négligés, ce qui aggrave les problèmes de fuites et de gaspillage d'eau [10].

Manque d'efficacité du matériel d'irrigation. L'efficacité du matériel d'irrigation est souvent insuffisante en raison d'une technologie obsolète et d'un manque de mise à jour et de réglage. Les buses ou les systèmes d'arrosage doivent être réglés de la même manière que les systèmes de pulvérisation des pesticides afin de limiter la dispersion ou la dérive. Les systèmes d'irrigation par goutte à goutte, par exemple, permettent une utilisation beaucoup plus efficace de l'eau que les méthodes traditionnelles, mais leur utilisation reste limitée.

Problèmes d'équipement

Problèmes de connectivité et manque d'accès aux données. Le manque de connectivité dans les zones rurales, confirmé dans les 3 pays partenaires, limite l'utilisation des outils numériques connectés. Lorsque le réseau téléphonique n'offre pas une couverture suffisante, l'utilisation des outils est retardée et il y a un manque de réactivité.

L'absence de capteurs directs de stress hydrique. Le stress hydrique des cultures est un indicateur crucial pour la gestion de l'irrigation, mais c'est une mesure difficile à obtenir. En dehors de l'utilisation d'outils tels que les chambres à pression, très difficiles à mettre en œuvre (mesure de la pression de vapeur à l'aube), le stress hydrique est mesuré de manière indirecte (au sol ou sur la plante). Il en résulte une estimation du stress hydrique qui peut être en décalage avec les besoins réels de la plante. Il manque souvent des capteurs directs capables de mesurer ce paramètre avec précision. L'intégration de tels capteurs pourrait améliorer la réactivité et l'efficacité des systèmes d'irrigation.

Problèmes de fiabilité des technologies de terrain (capteurs). Des conditions environnementales difficiles, des défaillances techniques et un manque d'entretien peuvent réduire l'efficacité de ces dispositifs. Une sonde défectueuse ou mal réglée peut entraîner une absence de résultats ou des approximations dans les mesures et les décisions.

La gestion de l'eau à quelle échelle ?

Le niveau de la parcelle implique des capteurs. La plupart des solutions numériques disponibles sur le marché se concentrent sur la gestion du stress hydrique et de l'irrigation au niveau de la parcelle. C'est une 1^{ère} difficulté en soi, car elle suppose la disponibilité de capteurs fournissant une mesure représentative de la parcelle, et peu d'agriculteurs sont encore équipés de tous les capteurs nécessaires. Il faut donc développer (et multiplier) des solutions d'acquisition de données, peu coûteuses et robustes localement mais peu fiables, et développer des solutions d'extrapolation de mesures géographiquement proches. Les approches de télédétection peuvent dans une certaine mesure compenser (ou compléter) le manque d'exhaustivité spatiale des mesures ponctuelles. Le partage des données est une question importante pour mieux utiliser les données existantes et éviter la multiplication des capteurs.

Vers une approche territoriale de la gestion de l'eau. Cependant, l'enquête a mis en évidence la nécessité de travailler à une échelle plus large, au niveau de la zone agricole ou du bassin versant. Il ne s'agit plus de satisfaire un besoin individuel, mais de disposer d'outils pour gérer les ressources en eau disponibles pour un groupe d'agriculteurs : caractériser le besoin global, le calendrier des apports nécessaires et la répartition des tours d'eau dans un cadre de durabilité.

L'énergie d'irrigation, premier poste de dépenses

L'énergie est le premier poste de dépenses pour l'irrigation. En amont du coût des équipements et du coût de l'eau elle-même. L'enquête a révélé la nécessité d'établir clairement le coût de l'irrigation et de travailler sur des équipements économes en énergie et des systèmes globaux d'optimisation énergétique.

Le concept de lien alimentation-énergie-eau prend ici tout son sens. Les systèmes de production agricole doivent être optimisés dans le cadre d'une approche globale et intégrée visant à fixer des objectifs de production qui tiennent compte des ressources en eau disponibles, de leur coût d'acquisition et de l'impact environnemental qu'elles représentent.

Au-delà de la quantité, parlons de la qualité

L'irrigation comme outil de gestion de la qualité des produits agricoles. Si l'irrigation est traditionnellement utilisée en termes quantitatifs pour assurer (ou maximiser) les rendements de la production agricole, elle est de plus en plus envisagée sous un angle différent pour contrôler la qualité de la production. Cette approche est encore récente dans la viticulture. Les DST (ex. Vintel d'ITK) ne visent plus à compenser le stress hydrique de la plante, mais à maintenir un profil de stress hydrique favorable au développement de la qualité des baies et à la typicité du vin produit.

Gestion de la qualité de l'eau. La qualité de l'eau d'irrigation (pH, salinité, présence de contaminants minéraux ou biologiques) est encore mal contrôlée, par exemple lorsqu'elle provient de réservoirs temporaires. S'il est toujours possible (mais coûteux et chronophage) de recourir à un laboratoire d'analyse, il convient de développer des solutions innovantes de capteurs pour une surveillance continue de la qualité de l'eau (directe ou indirecte).

Qu'en est-il du soutien financier et administratif ? La réglementation et la bureaucratie peuvent constituer des obstacles à l'adoption de nouvelles technologies d'irrigation. La simplification des procédures administratives et l'offre d'incitations financières pourraient encourager les agriculteurs à moderniser leur équipement.

Les incitations politiques en faveur des technologies d'économie d'eau et le développement de systèmes d'approvisionnement en eau efficaces peuvent contribuer à réduire les prélèvements d'eau, non seulement aujourd'hui mais aussi dans le contexte du changement climatique. Les pouvoirs publics ont un rôle à jouer.

2.2. Enjeux agronomiques

Nouveaux besoins en matière d'irrigation

Les sécheresses et les vagues de chaleur successives de ces dernières années ont conduit à une prise de conscience généralisée dans l'agriculture des besoins en eau des cultures et des limites des ressources disponibles. Certaines cultures (arboriculture, maraîchage) avaient déjà une longue expérience de l'irrigation, mais dans d'autres cas, l'irrigation est une pratique nouvelle. C'est le cas de la viticulture en France, où l'irrigation était très encadrée et mal perçue par la profession. L'irrigation des vignes n'est plus un tabou en France et il s'avère que les nouvelles plantations dans le sud de la France sont maintenant couramment équipées de systèmes d'irrigation.

Les stratégies culturales et les itinéraires techniques habituels doivent être adaptés

Parallèlement, les pratiques culturales et les itinéraires techniques doivent être revus pour adapter certaines cultures à ce nouveau contexte. En effet, la situation est très variable d'une culture à l'autre. Les besoins en eau varient considérablement en fonction du type de culture, du stade de croissance et des conditions environnementales. Il serait pertinent d'adapter les cultures les moins exigeantes en eau aux régions où l'eau est rare. La culture de l'olivier à haute densité est mentionnée en Espagne et au Portugal, par exemple.

Adaptation des itinéraires techniques pour réduire les pertes d'éléments nutritifs (lixiviation, drainage)

Les pertes d'éléments nutritifs par lixiviation et drainage sont des problèmes environnementaux majeurs dans l'agriculture. Le lessivage se produit lorsque l'excès d'eau d'irrigation déplace les éléments nutritifs dans les couches plus profondes du sol et finalement dans les eaux souterraines. Ce phénomène peut entraîner une contamination des eaux souterraines et un appauvrissement du sol en éléments nutritifs. Les systèmes de drainage, s'ils ne sont pas gérés correctement, peuvent exacerber la perte d'éléments nutritifs en accélérant le mouvement de l'eau dans le sol, emportant les éléments nutritifs avant que les plantes n'aient le temps de les absorber. Avec un système d'irrigation adapté et contrôlé, les pertes d'éléments nutritifs peuvent être minimisées, voire inexistantes.

L'eau est une ressource partagée

Une gestion intégrée et durable des ressources en eau est essentielle pour équilibrer les besoins de l'agriculture et d'autres utilisations telles que le tourisme. Dans les régions sujettes à la sécheresse et où l'eau est une ressource de plus en plus rare, une approche raisonnée et équilibrée est nécessaire pour garantir que tous les secteurs utilisateurs d'eau puissent coexister et prospérer sans compromettre la durabilité des ressources en eau.

3. Barrières et leviers pour l'adoption d'outils numériques pour l'irrigation

Nous avons exploré les freins et les leviers liés à l'irrigation et à l'utilisation du numérique dans ce domaine. Par «obstacles», nous entendons les problèmes identifiés et les solutions correspondantes. Les résumés par pays révèlent des problèmes très similaires, que nous avons abordés et résumés de manière transversale ci-dessous.

Obstacles	Leviers
<p>Gestion contrôlée de l'eau et infantilisation</p> <p>Les politiques de gestion de l'eau qui imposent des restrictions strictes et introduisent des quotas sans impliquer les agriculteurs.</p> <p>Manque de collaboration.</p> <p>Les agriculteurs sont isolés et manquent de possibilités d'optimisation et d'efficacité.</p> <p>Manque de confiance entre les agriculteurs et les institutions publiques.</p>	<p>Gestion collective et responsabilisation :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Participation active : Encourager les agriculteurs à jouer un rôle actif dans la gestion de l'eau peut leur donner un sentiment de responsabilité et les motiver à adopter des pratiques durables. • L'éducation et la formation : La formation des agriculteurs aux avantages et à l'utilisation des technologies modernes d'irrigation peut faciliter la transition vers des méthodes plus efficaces. <p>La construction avec des acteurs publics :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Des politiques inclusives : Élaborer des politiques de gestion de l'eau en consultation avec les agriculteurs et les autres parties prenantes afin de garantir une approche inclusive adaptée aux besoins réels. • Soutien technique et financier : Offrir un soutien technique et financier pour l'adoption de technologies innovantes peut aider à surmonter les obstacles économiques et techniques.
<p>Investissement initial élevé, mais valeur ajoutée importante (efficacité de l'eau, rendement agricole et réduction des coûts d'exploitation) et, pour les petits exploitants, accès à des programmes de financement et de soutien appropriés.</p>	<p>Diffusion et démonstration :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Des exemples de réussite : Mettre en évidence les études de cas et les projets pilotes qui ont démontré les avantages tangibles des technologies d'irrigation modernes, tant en termes de rendement que d'économies d'eau. • Démonstrations pratiques : Organiser des visites d'exploitations ou des journées portes ouvertes pour permettre aux agriculteurs de voir les technologies en action et de discuter avec des pairs qui ont déjà adopté ces pratiques. <p>Estimation des coûts et du retour sur investissement :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Outils d'analyse : Développement d'outils et de logiciels permettant de calculer avec précision les coûts d'installation et de fonctionnement des systèmes d'irrigation, ainsi que leur retour sur investissement à court et à long terme. • Subventions et incitations : Encourager l'investissement par des subventions, des crédits d'impôt ou des partenariats public-privé afin de réduire le coût d'entrée et d'accélérer l'adoption des technologies.

Obstacles	Leviers
<p>Connectivité des infrastructures, manque de couverture Internet dans les zones rurales</p>	<p>Intégration de l'infrastructure de connectivité</p> <ul style="list-style-type: none"> • Couverture Internet : Déployer des solutions de connectivité appropriées, telles que la large bande fixe ou mobile, dans les zones rurales et agricoles. Il pourrait s'agir de <ul style="list-style-type: none"> • Le déploiement de solutions de connectivité par satellite dans des régions où les infrastructures terrestres sont limitées. • Infrastructure de réseau local (LAN/WAN) : installation de réseaux locaux ou étendus dans les exploitations agricoles afin de connecter les équipements et les systèmes pour la gestion de l'eau et l'agriculture de précision.
<p>Manque de connaissances, de compétences et de formation</p> <p>Complexité de la gestion, en particulier dans la viticulture</p> <p>Contrôle de base : irrigation de précision (en tenant compte de la qualité du produit agricole)</p>	<p>Formation et assistance technique :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Programmes de formation : Élaborer des programmes de formation spécialisés pour les viticulteurs, axés sur la gestion de l'irrigation, la gestion des sols et l'adaptation aux conditions climatiques changeantes. • Soutien technique : Mettre en place un réseau d'experts et de conseillers techniques pour fournir une assistance continue aux agriculteurs, en les aidant à intégrer les meilleures pratiques d'irrigation dans leurs exploitations. • Démonstrations et exemples : Organiser des démonstrations sur le terrain et des visites d'exploitations exemplaires pour montrer les avantages des techniques d'irrigation optimisées et leur impact sur la qualité des produits. • Campagnes de sensibilisation : Lancer des campagnes de sensibilisation pour promouvoir les initiatives de formation et les succès obtenus grâce à une meilleure gestion de l'eau dans la viticulture. • Complexité du contrôle : Le contrôle de l'irrigation dans les vignobles nécessite une compréhension détaillée des besoins en eau des vignes, des sols et des conditions climatiques. L'irrigation dans les vignobles est beaucoup moins bien connue que l'irrigation en arboriculture. • Notion de stress hydrique et climatique : Le coefficient d'utilisation de l'eau doit prendre en compte à la fois le stress hydrique (lié à la disponibilité de l'eau) et le stress climatique (notamment thermique), ce qui rend la gestion de l'irrigation encore plus délicate. <p>Stratégies et outils de gestion de l'eau, optimisation des coefficients d'utilisation de l'eau</p> <ul style="list-style-type: none"> • Évaluation continue : Utilisation d'outils et de technologies de surveillance pour suivre en temps réel les besoins en eau des vignes et ajuster l'irrigation en fonction des prévisions météorologiques et des analyses de sol. • Gestion adaptative : Adopter une approche de gestion adaptative qui intègre des données sur le stress hydrique et climatique afin d'ajuster les pratiques d'irrigation de manière précise et efficace.

Obstacles	Leviers
<p>Infrastructure d'irrigation vieillissante et/ou obsolète, technologie dépassée, coût élevé de la rénovation, maintenance fréquente et coûteuse</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Installer de nouveaux équipements : Remplacer les systèmes d'irrigation obsolètes par des technologies modernes, telles que l'irrigation au goutte-à-goutte, les systèmes de contrôle automatisés et les capteurs de sol. • Rénovation des systèmes d'irrigation : détecter et limiter les fuites • Programmes de financement : Introduire des subventions, des prêts préférentiels et des incitations fiscales pour aider les agriculteurs à financer la modernisation de leurs infrastructures d'irrigation et à les rendre opérationnelles. • Améliorer l'efficacité des outils, ajuster les outils pour qu'ils soient aussi performants que possible.
<p>Besoin de capteurs spécifiques (stress hydrique direct des plantes et contrôle de l'irrigation)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Développement de capteurs appropriés, peu coûteux et robustes • Développement d'une solution multi-capteurs
<p>L'eau est gérée au niveau individuel plutôt qu'au niveau collectif/territorial</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Innovation non technique (nouvelles formes d'organisation, CFE) • Télédétection pour une approche territoriale de la mesure des changements dans les ressources en eau (RU) • Analyse du cycle de vie (ACV) • Outil WASABI énergie-eau • Stratégie de gestion collective et groupée • Éducation et sensibilisation
<p>Interopérabilité entre les outils</p>	<p>Outils connectés</p> <ul style="list-style-type: none"> • API et interfaces de programmation • Interopérabilité des données • Systèmes centralisés <p>Des outils simplifiés pour les agriculteurs</p> <ul style="list-style-type: none"> • Interface utilisateur intuitive • Applications mobiles et web • Formation et soutien

4. Les besoins en innovation

<p>Développement de capteurs</p>	<p>Capteur de stress hydrique et thermique au niveau de la plante</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mesure du stress hydrique et thermique au niveau de la plante, fournissant une image précise des conditions de stress subies par les cultures. • Détection précoce : La détection précoce des conditions de stress permet une irrigation plus précise et plus ciblée. • Optimisation des ressources : Permet d'ajuster les pratiques d'irrigation en fonction des besoins réels des plantes, d'optimiser l'utilisation de l'eau et d'améliorer la santé des cultures. <p>Capteurs de qualité de l'eau</p> <ul style="list-style-type: none"> • Évalue la qualité de l'eau d'irrigation en mesurant des paramètres tels que le pH, la conductivité électrique, les niveaux de salinité et la présence de contaminants. <ul style="list-style-type: none"> • Capteurs électrochimiques : Mesure du pH et de la conductivité. • Capteurs optiques : Utilisés pour détecter des contaminants spécifiques par absorption ou fluorescence. • Des capteurs pour mesurer la quantité exacte d'eau distribuée
<p>Gestion territoriale de l'eau</p>	<p>Téledétection pour mesurer les changements dans les ressources en eau (RU) :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Suivre et évaluer l'évolution de la consommation et de la disponibilité de l'eau sur de vastes zones. • Suivi et analyse continus des tendances à long terme. <p>Outil WASABI énergie-eau :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Utilisation de cet outil pour évaluer l'efficacité énergétique des systèmes de gestion de l'eau. • Optimiser les processus pour réduire les coûts énergétiques liés à l'extraction, au traitement et à la distribution de l'eau. <p>Stratégie de gestion collective et mutualisée (FCE, Fonctionnalité et Economie d'Entreprise) :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Partenariat et coopération : <ul style="list-style-type: none"> • Promouvoir une approche collective impliquant toutes les parties prenantes : gouvernements locaux, communautés, entreprises et organisations non gouvernementales. • Encourager la mise en commun des ressources et des connaissances pour une gestion plus efficace et durable de l'eau. <p>L'approche du laboratoire vivant</p> <ul style="list-style-type: none"> • Élaborer des stratégies, mettre en œuvre des démonstrateurs et diffuser les bonnes pratiques <p>Outils de téledétection pour la gestion de l'eau au niveau territorial</p>

Bibliographie

- [1] Arvalis - Institut du végétal, *Les vrais-faux de l'irrigation*, juin 2018.
- [2] Aspexit, Leroux C., *Gestion de l'eau et technologies numériques en agriculture*, 2023.
- [3] Agence européenne pour l'environnement, 2019, *The development of water abstraction since the 1990s*, <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/daviz/water-abstractions-for-irrigation-manufacturing>
- [4] Agence européenne pour l'environnement, 2009, *Water resources across Europe - Confronting water scarcity and drought*, EEA Report, AEE, Copenhague, Danemark, p. 55.
- [5] FAO, *Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture*, 2015, FAO Statistical Pocket Book, World, food and agriculture, Rome.
- [6] INE, 2021. Recensement Agrícola - Análise dos principais resultados -2019. Lisboa-Portugal, www.ine.pt (dados estatísticos-publicações)
- [7] Les services de l'État dans les Landes, *Soutien aux investissements de solutions innovantes d'irrigation*, [Les services de l'État dans les Landes](#)
- [8] Ministère de l'agriculture et de la souveraineté alimentaire : *Renouvellement et développement des agro équipements nécessaires à la transition agroécologique et à l'adaptation au changement climatique* [Site du ministère de l'agriculture](#).
- [9] Ministère de la transition écologique et de la cohésion des territoires. L'irrigation des surfaces agricoles : évolution entre 2010 et 2020. <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr>
- [10] Witling C, Ruelle P. (coord.), 2022. *Guide pratique de l'irrigation* (4e éd.), Versailles, éditions Quae, 352p.
- [11] Witling C, [Baralla S](#), [Dominguez IB](#), [Drastig K](#), [Ghinassi G](#), [Guillot S](#), [Nagy A](#), [Nagy V](#), [Popova Z](#), [Topçu S.](#), *Adaptation de l'irrigation au changement climatique dans l'Union européenne : actions entreprises par les États membres pour économiser l'eau*, 2020, [Sciences Eaux & Territoires 2020/4 \(Numéro 34\)](#), pages 8 à 17.



Annexes

Annexe 1 : Synthèse des enquêtes en France

Annexe 2 : Résumé des enquêtes en Espagne

Annexe 3 : Résumé des enquêtes menées au Portugal

Annexe 4 : Publications du DARP et de l'IRTA

Annexe 1 : Synthèse des enquêtes en France

France : synthèse des enquêtes d'analyse territoriale de niveau 2

Type d'utilisateurs interrogés (par courrier électronique et vidéoconférence) :

- Conseillers en irrigation : 15 (CRANA) + 1 (ASOI, Arterris)
 - Total: 16
- Conseils d'usagers de l'eau : 2 (CRANA)
 - Total: 2
- Vendeurs de matériel d'irrigation (contrôle et irrigation) : 8 (CRANA) + 5 (ASOI, Géomatys, Fruition sciences, ITK, SUDEXPE, ABELIO)
 - Total: 11
- Instituts de recherche : 2
 - Total: 2
- Sociétés de semences : 4
 - Total: 4

Comment les outils numériques sont-ils utilisés aujourd'hui pour l'irrigation et la gestion de l'eau ? Par les agriculteurs, par les conseillers en irrigation ?

Les outils numériques sont désormais utilisés par les agriculteurs et les conseillers pour contrôler l'irrigation, afin qu'ils sachent exactement quand démarrer et arrêter l'irrigation en fonction du type de culture, du sol et des conditions météorologiques.

En règle générale, l'utilisation par les agriculteurs reste assez faible (moins de 10 %) et plus élevée chez les conseillers en irrigation des chambres d'agriculture (au moins 70 %).

Utilisation par les agriculteurs : adapter et anticiper les besoins en eau des plantes tout en minimisant les coûts d'irrigation

Utilisation par les conseillers en irrigation : pilotage de l'irrigation pour optimiser l'efficacité des apports d'eau aux plantes et optimiser les prélèvements d'eau dans les milieux aquatiques. Les conseillers en irrigation des chambres d'agriculture utilisent principalement les outils numériques pour réaliser des bulletins d'irrigation (conseils techniques sur l'irrigation envoyés sous forme de lettres d'information téléphoniques).

Exemples d'outils utilisés :

- AquaFox pour la numérisation de la teneur en eau du sol mesurée par des sondes capacitives
- Aqualis met à disposition des données numérisées sur une application pour smartphone.

Les agriculteurs apprécient la facilité avec laquelle ils peuvent comprendre les changements dans les réserves d'eau du sol à tout moment, quel que soit l'endroit où la sonde est installée. Les conseillers en irrigation apprécient de pouvoir surveiller et suivre plusieurs sondes avec des alertes.

Quels sont les outils les plus utilisés ?

2 grands types d'outils : les outils de mesure et les outils de modélisation.

Les outils les plus couramment utilisés sont :

- Bulletin de la demande climatique via BRL
- Stations météorologiques connectées (Weenat, etc.)
- Couplage de la station météorologique avec des sondes capacitatives ou tensiométriques
- Systèmes de mesure de l'humidité du sol couplés à des sondes tensiométriques et/ou capacitatives

Exemple :

- AquaFox plus sondes capacitatives Sentek pour la mesure et le transfert de données de terrain via Laura ou Sigfox vers le cloud (développé et commercialisé par Agralis).
- Aqualis pour afficher les données et les courbes sur les smartphones (avec les prévisions météorologiques pour le lieu)
 - Logiciel de bilan hydrique tel que Irrélys, Net-irrig, etc.
 - Outils de modélisation (outil VINTEL de l'ITK)

Quels sont les obstacles à l'utilisation de la technologie numérique ?

Il existe de nombreux obstacles à l'utilisation de la technologie numérique :

- **Le coût des outils.** Bien qu'il existe des aides financières pour l'achat d'outils, les procédures administratives pour l'obtention d'un financement sont parfois longues et le coût de constitution d'un dossier de demande de financement n'incite pas les agriculteurs à entreprendre les démarches nécessaires.
- **Le temps nécessaire pour contrôler l'irrigation et le retour sur investissement.** Exemple : pour les sondes tensiométriques non connectées, des relevés sont effectués chaque semaine dans chacune des parcelles suivies. La période d'irrigation est une période stressante non seulement pour les plantes mais aussi pour les agriculteurs, avec la gestion du matériel d'irrigation, les réparations des pannes éventuelles, les restrictions d'eau, etc. Les agriculteurs manquent souvent de temps pour tout gérer.
- **La perception de la terre par l'agriculteur.** Si les mesures ne sont pas effectuées sur les parcelles du SIH, les agriculteurs ont du mal à croire les valeurs mesurées, même si les sondes sont installées dans la même zone. D'où l'intérêt de la télédétection par satellite, qui permettrait de travailler sur toutes les parcelles en même temps et d'avoir une meilleure représentation spatiale.
- **La complexité des systèmes,** qui ne sont pas toujours livrés clés en main et sont difficiles à mettre en place car trop technologiques pour les agriculteurs.
- **Non-interopérabilité des outils :** les gens ont des OAD et des services différents qui ne sont pas sur la même plate-forme/application (pour les outils de contrôle).
- **Les règlements, dont les décrets ne sont pas toujours prévisibles, sont donc difficiles à anticiper.**



Selon vous, quels sont les leviers d'action pour accélérer l'utilisation de la technologie numérique ?

- Faciliter l'accès des agriculteurs aux aides financières et simplifier les procédures administratives pour l'acquisition d'outils.
- Proposer des formations à l'utilisation des outils, ainsi que des journées de groupe avec le retour d'expérience d'agriculteurs utilisant des outils numériques.
- **Avoir accès à des présentations des outils** (disponibles sur le WEB) permettant de visualiser les avantages et inconvénients de chaque outil (irrigation maîtrisée avec les outils, quelle valeur ajoutée - coût - contacts)
- **L'utilisation des satellites**
- **Formation et apprentissage**, notamment dans le domaine de la viticulture
- **Bon sens agronomique** et connaissance des bases de l'agronomie
- **Gestion optimale de l'eau dont dispose l'agriculteur**

Quels sont les besoins et les outils nécessaires ? Quelles sont les solutions numériques utilisées pour l'irrigation et la gestion de l'eau ?

- Des outils faciles à utiliser mais puissants.
- Des outils connectés qui font gagner du temps.
- Rationalisation des apports et des utilisateurs d'eau
- Gestion territoriale, satellite, cartographie de territoires entiers pour la gestion des bassins/rivières
- Changements dans les pratiques agricoles
- Plus d'études bibliographiques
- Des outils facilement accessibles et peu coûteux.

L'avenir réside probablement dans les cartes d'interprétation des données de télédétection telles que Mes Satim@ges pour la gestion de la fertilisation. Mais cela reste compliqué à réaliser. Agralis a néanmoins testé l'idée en développant l'outil PRECIEL (utilisation de données satellitaires radar pour déterminer les besoins en eau du maïs).

En ce qui concerne l'utilisation d'outils tels que les sondes/capteurs d'humidité, il est nécessaire de les adapter aux rendements de chaque méthode d'irrigation afin de comptabiliser précisément les volumes utilisés et de gérer les paramètres des outils afin d'obtenir une réelle optimisation adaptée au volume utilisé (modéliser correctement le suivi d'une culture en fonction de ses besoins, des types de sols et des conditions extérieures).



Quels sont les problèmes à résoudre 1) d'un point de vue agronomique 2) d'un point de vue technologique ?

D'un point de vue agronomique : consolidation de la fonction hydrique du sol, notamment par rapport aux besoins des modèles.

- Des outils qui intègrent le plus grand nombre de cultures possible. Par exemple, il n'est pas possible de calculer le bilan hydrique de certaines cultures irriguées car on ne connaît pas la valeur des coefficients de culture.
- Des outils qui peuvent être utilisés au niveau de l'exploitation et pas seulement sur un type de sol. Certains agriculteurs ont des types de sol très différents. Les propriétés du sol sont différentes, tout comme la gestion de l'irrigation. Il n'est pas possible pour un agriculteur de gérer autant d'outils numériques qu'il y a de types de sols. Il faut donc un outil assez complet.

D'un point de vue technologique :

- Couverture efficace du réseau de transfert de données au coût le plus bas possible.
- Il est plus facile de trouver des informaticiens performants et peu coûteux pour développer des applications faciles à utiliser par les agriculteurs et les gestionnaires.
- Construction de modèles d'interprétation d'images de télédétection (images satellites). La solution PRECIEL n'a pas trouvé d'utilisateurs : manque de confiance suite aux déboires des solutions basées sur les images visibles, qui ne fonctionnent pas lorsqu'il y a des nuages. Le radar, quant à lui, fonctionne par tous les temps (une piste à explorer).

Annexe 2 : Résumé des enquêtes en Espagne

Espagne : résumé des enquêtes d'analyse territoriale de niveau 2

Type d'utilisateurs interrogés (en personne, par vidéoconférence ou par courrier électronique) :

- Conseillers en irrigation : 2 (DARP) + 1 (UPA) + 3 (Cámara Badajoz)
 - Total: 6
- Conseils d'usagers de l'eau : 1 (DARP) + 8 (UPA)
 - Total: 9
- Vendeurs de matériel d'irrigation (contrôle et irrigation) : 5 (DARP) + 7 (UPA) + 1 (Cámara Badajoz)
 - Total: 13
- Instituts de recherche : 1 (DARP) + 4 (UPA)
 - Total: 5
- Producteurs agricoles : 2 (DARP) + 100 (UPA) + 6 (Cámara Badajoz)
 - Total: 108

Comment les outils numériques sont-ils utilisés aujourd'hui pour l'irrigation et la gestion de l'eau ? Par les agriculteurs, par les conseillers en irrigation ?

Les outils numériques sont de plus en plus utilisés pour l'irrigation et la gestion de l'eau, bien que leur adoption varie considérablement entre les agriculteurs et les conseillers en irrigation.

Utilisation par les agriculteurs : Pour de nombreux agriculteurs, en particulier ceux qui exploitent des fermes de petite ou moyenne taille, l'adoption des outils numériques est limitée en raison de plusieurs difficultés, notamment le coût, le manque de formation et les obstacles infrastructurels. Cependant, lorsque des outils numériques sont utilisés, ils impliquent généralement des technologies de base telles que des minuteries programmables, des capteurs d'humidité et des images satellite pour surveiller la santé des cultures et les besoins en eau. Ces outils aident les agriculteurs à optimiser l'utilisation de l'eau et à améliorer le rendement des cultures, mais leur application est souvent limitée par la familiarité des agriculteurs avec la technologie et la faisabilité économique de systèmes plus avancés. En Catalogne, par exemple, de nombreux agriculteurs ont accès à des programmeurs d'irrigation, mais les sous-utilisent souvent par manque de compréhension ou de confiance dans la technologie.

Utilisation par les conseillers en irrigation : D'autre part, les conseillers en irrigation et les prestataires de services techniques sont plus susceptibles d'employer des outils numériques sophistiqués pour soutenir leurs clients. Ces professionnels utilisent des outils tels que des solutions IdO pour surveiller le débit d'eau, des systèmes d'information géographique (SIG) pour gérer les calendriers d'irrigation et des capteurs avancés pour la collecte de données en temps réel sur l'humidité du sol et les conditions météorologiques. Les conseillers jouent également un rôle crucial en aidant les agriculteurs à interpréter les données issues de ces outils et à intégrer les solutions numériques dans leurs pratiques agricoles au sens large. Par exemple, en Catalogne, les conseillers en irrigation recommandent et aident souvent à mettre en œuvre des technologies telles que des capteurs de gel et d'humidité reliés à des stations météorologiques, qui permettent une gestion précise de l'irrigation et de la lutte contre les ravageurs.

Exemples d'outils utilisés : En Estrémadure, les outils couramment utilisés par les agriculteurs comprennent des minuteries programmables et des sondes d'humidité du sol, tandis qu'en Catalogne, les conseillers s'appuient souvent sur des systèmes plus avancés comme les SIG et les solutions de contrôle des flux basées sur l'IdO. Malgré

ces avancées, l'intégration globale des outils numériques reste inégale, de nombreux outils étant utilisés de manière sporadique plutôt que dans le cadre d'une approche globale et intégrée de la gestion agricole.

Quels sont les outils les plus utilisés ?

Les outils numériques les plus utilisés dans le domaine de l'irrigation et de la gestion de l'eau varient en fonction de la région et de l'échelle des opérations agricoles. Toutefois, certains outils ont été largement adoptés en raison de leur efficacité et de leur accessibilité.

Minuteriers programmables et programmeurs d'irrigation : Ces outils sont parmi les plus utilisés, en particulier dans les petites et moyennes exploitations. Les programmeurs permettent aux agriculteurs d'automatiser leurs programmes d'irrigation et d'optimiser l'utilisation de l'eau en fonction de calendriers prédéterminés. Ces outils sont essentiels pour garantir des pratiques d'irrigation cohérentes et efficaces sans nécessiter d'intervention manuelle constante. En Estrémadure, par exemple, les programmeurs sont fréquemment utilisés pour gérer l'irrigation, aidant les agriculteurs à maintenir des niveaux d'eau appropriés sans recourir à un travail manuel important.

Capteurs d'humidité du sol et sondes d'humidité : Les capteurs d'humidité du sol et les sondes d'humidité sont des outils essentiels pour surveiller la teneur en eau du sol en temps réel. Ces capteurs fournissent des données précieuses qui aident les agriculteurs à décider du moment et de la quantité d'eau à irriguer, évitant ainsi la sur-irrigation ou la sous-irrigation. En Catalogne, ces capteurs sont couramment utilisés, en particulier dans les exploitations plus grandes et plus modernes où les pratiques d'agriculture de précision sont plus répandues.

Imagerie satellitaire et télédétection : L'imagerie satellitaire, telle que le NDVI (Normalised Difference Vegetation Index) et le NDWI (Normalised Difference Water Index), est largement utilisée pour surveiller la santé des cultures et évaluer le stress hydrique sur de vastes zones. Ces outils permettent aux agriculteurs et aux conseillers de surveiller les champs à distance et d'identifier les zones qui nécessitent plus d'attention. En Catalogne, par exemple, les technologies de télédétection sont utilisées par les communautés d'irrigation pour mieux gérer la distribution de l'eau en cas de sécheresse.

Programmeurs d'irrigation et compteurs d'eau numériques : Dans les districts d'irrigation plus modernes, les programmeurs d'irrigation sont couramment utilisés pour la gestion à distance des systèmes d'irrigation. Ces outils permettent un contrôle précis de la distribution de l'eau, réduisant ainsi le gaspillage et améliorant l'efficacité. Les compteurs numériques permettent en outre de contrôler l'utilisation de l'eau et d'ajuster les pratiques d'irrigation en conséquence.

Solutions IoT et SIG : Dans les régions dotées d'infrastructures plus avancées, les solutions de l'Internet des objets (IoT) et les systèmes d'information géographique (SIG) sont employés pour contrôler et surveiller le débit d'eau dans les réseaux d'irrigation. Ces outils fournissent des données détaillées qui permettent d'optimiser l'utilisation de l'eau dans les grands districts d'irrigation. En Catalogne, les dispositifs IoT sont utilisés pour surveiller les débits d'eau, et les SIG sont utilisés pour contrôler les programmes d'irrigation et gérer efficacement la distribution de l'eau.

Exemples : En Catalogne, de nombreux agriculteurs utilisent des programmeurs d'irrigation et des systèmes SIG pour gérer la distribution de l'eau, tandis qu'en Estrémadure, des outils plus simples tels que des minuteriers programmables et des sondes d'humidité sont plus courants. Malgré la diversité des outils disponibles, l'adoption de technologies plus avancées reste limitée par des facteurs tels que le coût et les connaissances techniques requises pour les utiliser efficacement.

Quels sont les obstacles à l'utilisation de la technologie numérique ?

L'adoption de la technologie numérique dans l'irrigation et la gestion de l'eau se heurte à plusieurs obstacles importants, en particulier dans les petites et moyennes exploitations agricoles. Ces obstacles peuvent être regroupés en défis économiques, éducatifs, infrastructurels et culturels.

Obstacles économiques : Le coût élevé des technologies numériques est l'un des obstacles les plus importants. Les petits agriculteurs, en particulier, ont du mal à supporter l'investissement initial nécessaire pour des outils tels que les capteurs, les systèmes de télédétection et les régulateurs d'irrigation automatisés. Cette charge financière est très dissuasive, surtout lorsque le retour sur investissement n'est pas immédiatement évident, comme c'est le cas dans des régions telles que l'Estrémadure et la Catalogne.

Obstacles liés à l'éducation et à la formation : De nombreux agriculteurs n'ont pas les connaissances techniques et la formation nécessaires pour utiliser et interpréter efficacement les outils numériques. Cette lacune est particulièrement importante chez les agriculteurs plus âgés, qui sont peut-être moins familiarisés avec les technologies modernes. L'absence de programmes de formation susceptibles d'aider les agriculteurs à comprendre et à utiliser ces outils ne fait qu'exacerber le problème. Par exemple, en Catalogne, malgré la disponibilité d'outils numériques, leur utilisation est souvent inefficace parce que de nombreux agriculteurs ne comprennent pas bien comment intégrer ces outils dans leurs activités quotidiennes.

Obstacles liés aux infrastructures : La mauvaise connexion à l'internet dans les zones rurales est un autre obstacle majeur à l'utilisation efficace des outils numériques. De nombreuses technologies numériques reposent sur des connexions internet stables pour la collecte de données en temps réel et la gestion à distance, qui sont souvent indisponibles ou peu fiables dans les régions agricoles. Ce problème est particulièrement prononcé dans des régions comme l'Estrémadure, où la connectivité rurale est limitée, ce qui entrave l'adoption plus large des solutions numériques.

Obstacles culturels : La résistance au changement est également un obstacle important. Certains agriculteurs considèrent la numérisation comme inutile ou trop complexe par rapport aux méthodes agricoles traditionnelles. Dans les régions où l'attachement aux pratiques agricoles conventionnelles est très fort, cette résistance culturelle peut ralentir considérablement l'adoption des outils numériques. En outre, la fiabilité et l'efficacité de ces technologies suscitent souvent la méfiance, ce qui limite encore leur utilisation.

Exemples : En Catalogne, même si les subventions couvrent jusqu'à 100 % des coûts de numérisation, l'adoption de ces technologies se heurte encore à des réticences dues à l'inadéquation des infrastructures et à la résistance culturelle. En Estrémadure, le vieillissement de la population agricole et l'absence de renouvellement des générations entravent encore la transition vers les pratiques agricoles numériques.

Selon vous, quels sont les leviers d'action pour accélérer l'utilisation de la technologie numérique ?

Pour accélérer l'adoption des technologies numériques dans l'irrigation et la gestion de l'eau, plusieurs leviers d'action ont été identifiés par les parties prenantes dans différentes régions. Ces actions sont essentielles pour surmonter les obstacles qui limitent actuellement l'utilisation généralisée des outils numériques.

Formation et renforcement des capacités : L'une des actions les plus importantes consiste à améliorer l'éducation et la formation proposées aux agriculteurs. En proposant des programmes de formation complets et des démonstrations pratiques, les agriculteurs peuvent mieux comprendre les avantages des outils numériques et la manière de les utiliser efficacement. Cela est particulièrement important pour les agriculteurs plus âgés qui peuvent être moins familiarisés avec les technologies modernes. Les programmes de formation devraient se concentrer sur la simplification de l'utilisation de ces outils afin de les rendre plus accessibles et conviviaux.

Soutien financier et incitations : L'octroi d'une aide financière sous forme de subventions, d'allocations ou de prêts à faible taux d'intérêt peut réduire considérablement les obstacles économiques à l'adoption des technologies numériques. Ces incitations financières sont particulièrement importantes pour les petites et moyennes exploitations agricoles, qui doivent souvent faire face aux coûts initiaux élevés associés aux outils numériques. Dans des régions comme l'Estrémadure et la Catalogne, les parties prenantes ont souligné la nécessité d'un soutien financier ciblé pour encourager les investissements dans les technologies numériques.

Amélioration de la connectivité rurale : L'amélioration de l'infrastructure internet dans les zones rurales est essentielle pour soutenir l'utilisation des technologies numériques qui reposent sur des données en temps réel et la gestion à distance. Garantir un accès fiable à l'internet dans toutes les zones agricoles permettrait de lever un obstacle majeur à l'adoption de ces outils. Une meilleure connectivité permettrait une utilisation plus efficace des dispositifs IdO, de la télédétection et d'autres outils numériques qui nécessitent un accès en ligne stable.

Promotion et sensibilisation : La sensibilisation aux avantages de la technologie numérique par la diffusion d'exemples de réussite et de projets de démonstration peut contribuer à susciter la confiance et l'intérêt des agriculteurs. La présentation de résultats tangibles, tels qu'une efficacité accrue ou des économies de coûts, peut motiver un plus grand nombre d'agriculteurs à adopter ces technologies. En Catalogne, l'intégration des outils numériques dans les segments verticaux de la chaîne alimentaire a été soulignée comme un moyen de promouvoir leur utilisation.

Simplification et intégration des outils numériques : Le développement d'outils numériques plus intuitifs et plus faciles à utiliser est essentiel pour accroître leur adoption. Les outils qui sont interopérables avec d'autres systèmes et qui simplifient le processus de prise de décision ont plus de chances d'être adoptés par les agriculteurs. En outre, en veillant à ce que ces outils soient bien intégrés dans les pratiques agricoles existantes, on contribuera à rendre la technologie numérique plus attrayante pour les agriculteurs qui pourraient hésiter à adopter de nouvelles méthodes.

Soutien politique et réglementaire : Les gouvernements et les autorités locales peuvent jouer un rôle clé en établissant des politiques qui encouragent l'adoption des technologies numériques. Il peut s'agir de fixer des normes pour l'utilisation des outils numériques, d'offrir des incitations fiscales ou même d'imposer des réglementations qui favorisent la conservation de l'eau par des moyens numériques. Par exemple, la promotion de la modernisation des systèmes d'irrigation dans des régions comme la Catalogne pourrait naturellement conduire à une numérisation accrue.

Quels sont les besoins et les outils nécessaires ?

L'adoption de la technologie numérique dans l'irrigation et la gestion de l'eau nécessite de répondre à plusieurs besoins critiques et de garantir la disponibilité des bons outils pour aider les agriculteurs et les professionnels de l'irrigation. Ces besoins et ces outils sont essentiels pour améliorer l'efficacité, réduire les coûts et renforcer la durabilité des pratiques agricoles.

Besoins :

- 1. Production et gestion de données de qualité :** L'un des principaux besoins identifiés est la production de données continues et de haute qualité. Les agriculteurs et les conseillers en irrigation ont besoin de données fiables sur divers paramètres agronomiques, tels que l'humidité du sol, les conditions météorologiques et l'utilisation de l'eau, pour prendre des décisions éclairées. Ces données doivent être maintenues dans le temps et intégrées dans les systèmes de gestion agricole pour être vraiment utiles. En outre, il est nécessaire de disposer de meilleurs outils pour exploiter et analyser ces données afin d'optimiser l'utilisation de l'eau et d'améliorer l'efficacité.
- 2. Formation et soutien :** Les agriculteurs ont besoin d'une formation complète pour comprendre et utiliser efficacement les outils numériques. Il s'agit non seulement d'une formation de base sur l'utilisation de ces outils, mais aussi d'un soutien continu pour les aider à interpréter les données et à prendre des décisions sur cette base. Sans une formation adéquate, même les outils les plus avancés risquent d'être sous-utilisés. En outre, le soutien des conseillers agricoles, tels que ceux fournis par des organisations comme le Bureau de la Regante en Catalogne, est essentiel pour guider les agriculteurs tout au long du processus de numérisation.
- 3. Ressources financières :** Le coût élevé des outils numériques constitue un obstacle important pour de nombreux agriculteurs, en particulier pour les petites et moyennes exploitations. Il est nécessaire d'apporter une aide financière, sous forme de subventions ou d'allocations, pour aider les agriculteurs à faire face à l'investissement initial dans ces technologies. Le soutien de l'administration publique, y compris les incitations économiques, est essentiel pour rendre la numérisation accessible à un plus grand nombre d'agriculteurs.
- 4. Amélioration de la connectivité :** Dans de nombreuses zones rurales, une mauvaise connexion à l'internet empêche l'utilisation efficace des outils numériques qui reposent sur la transmission de données en temps réel et la gestion à distance. L'amélioration de l'infrastructure internet rurale est essentielle pour soutenir l'adoption généralisée de ces technologies. Sans une connectivité fiable, les outils tels que les dispositifs IoT et les systèmes de télédétection ne peuvent pas fonctionner de manière optimale.

Outils nécessaires :

- 1. Sondes pédologiques et météorologiques :** Les outils tels que les capteurs d'humidité du sol et les stations météorologiques sont essentiels pour surveiller les conditions qui influent sur les besoins en irrigation. Ces capteurs fournissent des données en temps réel qui aident les agriculteurs à optimiser les programmes d'irrigation et à garantir une utilisation efficace de l'eau. Des capteurs météorologiques avancés, reliés aux systèmes d'irrigation, peuvent également prévoir et prévenir des problèmes tels que le gel, qui peut avoir un impact significatif sur le rendement des cultures.
- 2. Programmeurs d'irrigation :** Les programmeurs d'irrigation automatisés sont des outils essentiels qui aident les agriculteurs à gérer l'application de l'eau de manière plus efficace. Ces outils peuvent être intégrés à d'autres systèmes numériques pour créer un processus de gestion transparent, garantissant que les cultures reçoivent la bonne quantité d'eau au bon moment.
- 3. Systèmes d'information géographique (SIG) et outils de télédétection :** Les systèmes d'information géographique (SIG) et les technologies de télédétection, telles que l'imagerie par satellite, sont nécessaires pour surveiller de vastes zones agricoles et gérer efficacement la distribution de l'eau. Ces outils permettent de cartographier les champs, de surveiller la santé des cultures et d'évaluer les besoins en eau des différentes régions, ce qui est particulièrement utile dans les zones où les pratiques agricoles sont diverses.

- 4. Plateformes d'intégration de données :** Il existe un besoin croissant de plateformes capables d'intégrer des données provenant de différentes sources, notamment des capteurs, des stations météorologiques et des systèmes d'irrigation. Ces plateformes devraient offrir des interfaces conviviales et permettre une interprétation facile des données, afin d'aider les agriculteurs à prendre rapidement des décisions éclairées. Le développement de ces plateformes est essentiel pour rendre les outils numériques accessibles et efficaces pour tous les types d'agriculteurs.

Quels sont les problèmes à résoudre 1) d'un point de vue agronomique 2) d'un point de vue technologique ?

D'un point de vue agronomique :

- 1. Manque de connaissances agronomiques et d'utilisation des données :** L'un des principaux défis agronomiques est l'utilisation insuffisante des connaissances et des données agronomiques dans les processus de prise de décision. Les agriculteurs manquent souvent d'informations détaillées sur les points critiques de la production, tels que les besoins spécifiques en eau des différentes cultures ou la manière d'ajuster les programmes d'irrigation en fonction de l'évolution des conditions environnementales. Ce manque de connaissances entraîne une utilisation inefficace de l'eau et un rendement sous-optimal des cultures. En outre, les données générées par les outils numériques ne sont pas toujours intégrées efficacement dans les pratiques de gestion agricole, ce qui se traduit par un «bric-à-brac technologique» où les outils sont sous-utilisés ou abandonnés après leur première utilisation.
- 2. Surveillance et interprétation inadéquates des paramètres agronomiques :** De nombreuses exploitations ne disposent pas des outils ou de l'expertise nécessaires pour surveiller et interpréter les paramètres agronomiques clés, tels que l'humidité du sol, la santé des plantes et les niveaux de stress hydrique. Même lorsque des capteurs et d'autres outils de surveillance sont disponibles, il y a souvent un manque de méthodologies claires pour installer et utiliser ces outils de manière efficace. Il en résulte une collecte de données incohérente et une mauvaise prise de décision, ce qui aggrave encore les problèmes de gestion de l'eau dans les exploitations agricoles.
- 3. Des besoins divers et complexes pour les cultures :** La grande variété de cultures et leurs besoins spécifiques en eau représentent un défi important. Par exemple, les systèmes de polyculture, où plusieurs cultures sont cultivées ensemble, compliquent la normalisation des pratiques d'irrigation. La complexité de ces systèmes rend difficile l'application de solutions numériques uniformes, car chaque culture peut nécessiter des quantités d'eau, une gestion des nutriments et une lutte contre les parasites différentes. Cette diversité nécessite des outils et des stratégies numériques hautement personnalisés, qui ne sont pas toujours facilement disponibles.

D'un point de vue technologique :

- 1. Coûts élevés et obstacles économiques :** Le coût initial élevé des technologies numériques, telles que les capteurs, les contrôleurs d'irrigation et les systèmes de télédétection, constitue un obstacle important à leur adoption. Les petites et moyennes exploitations agricoles ont souvent du mal à justifier ces investissements, en particulier lorsque les avantages économiques ne sont pas immédiatement évidents. En outre, les coûts permanents liés à la maintenance et aux mises à jour découragent encore davantage l'adoption généralisée des outils numériques.

- 2. Manque d'infrastructure et de connectivité :** Dans de nombreuses zones rurales, la mauvaise connexion à l'internet entrave l'utilisation efficace des outils numériques qui nécessitent la transmission de données en temps réel et la gestion à distance. L'absence d'infrastructures d'irrigation modernisées constitue également un défi de taille. Par exemple, dans les régions où les méthodes traditionnelles d'irrigation par inondation sont encore répandues, les avantages des outils numériques sont considérablement réduits. Sans l'infrastructure nécessaire, les efforts de numérisation ne peuvent être pleinement réalisés.
- 3. Complexité et facilité d'utilisation des outils numériques :** De nombreux outils numériques sont perçus comme complexes et difficiles à utiliser, en particulier par les agriculteurs plus âgés qui ne sont pas forcément familiarisés avec les technologies modernes. Le manque d'interfaces conviviales et la nécessité d'une expertise technique pour utiliser efficacement ces outils contribuent à leur sous-utilisation. En outre, il y a souvent un décalage entre les développeurs de technologies et les utilisateurs finaux, ce qui conduit à des outils qui ne répondent pas entièrement aux besoins pratiques des agriculteurs.
- 4. Questions d'intégration et d'interopérabilité :** L'intégration des différents outils numériques et leur interopérabilité avec les systèmes existants constituent un autre défi technologique majeur. De nombreuses exploitations agricoles utilisent plusieurs plateformes numériques qui ne communiquent pas efficacement entre elles, ce qui entraîne une fragmentation des données et des pratiques de gestion inefficaces. Il est essentiel de développer des systèmes intégrés qui permettent un échange de données transparent et des processus de gestion unifiés pour maximiser les avantages des technologies numériques dans l'agriculture.

Annexe 3 : Résumé des enquêtes menées au Portugal

Introduction

Le COTR est l'entité nationale responsable du diagnostic territorial de la région de l'Alentejo, notamment en ce qui concerne l'identification des ressources disponibles pour la numérisation de la gestion de l'eau agricole et des obstacles et leviers pour promouvoir la numérisation du secteur.

COTR est impliqué dans le projet SMART GREEN WATER. Il s'agit d'un projet cofinancé par le programme INTERREG SUDOE dont l'objectif est de promouvoir la mise en œuvre de solutions visant à accélérer la transition numérique de l'agriculture vers un secteur agricole plus résilient, adapté aux risques climatiques, optimisé et plus sobre dans l'utilisation des ressources en eau.

Dans le cadre de ce projet, une enquête a été menée pour évaluer la transition numérique dans le secteur agricole.

L'enquête a consisté en une série d'entretiens avec les parties prenantes, qui ont permis de mettre en évidence leurs opinions et de comprendre leurs attentes concernant la technologie utilisée dans le secteur de l'irrigation agricole.

Cette évaluation des parties prenantes liée à la numérisation est essentielle et sera reflétée dans la stratégie Smart Green Water, qui sera développée dans le cadre du projet. De cette manière, des lignes directrices de base peuvent être établies pour l'approche méthodologique qui sera utilisée, ce qui facilitera la réalisation des objectifs du projet.

Ce document présente une analyse complète des entretiens menés avec une représentation des acteurs concernés par les solutions numériques pour la gestion de l'eau d'irrigation.

Au total, 14 enquêtes ont été envoyées et toutes ont reçu une réponse. Les réponses ont été fournies par les acteurs suivants (Regional Stakeholders) :

1. Associations

- Association des agriculteurs du Sud - Claudino Matos
- EDIA - José Filipe Santos
- Fenareg - Catarina Arranja
- Cooperativa Agrícola Beja e Brinches - José Miguel Ribeiro
- Cooperativa Agrícola Moura e Barrancos - José Duarte
- EUFRAS - Rui Almeida

2. Institutions publiques

- Instituto Politécnico de Beja - Alexandra Tomás
- InovTechAgro - Alcino Conceição

3. Entreprises

- Agroinsider - José Rafael
- Agrovete - José Martins
- Aquagri - António Ramos
- Hidrosoph - Marta Delgado
- Rivulis - Nuno Sanches
- TerraPro - João Noéme

Brève description des principales parties prenantes

Associação de Agricultores do Sul - Association d'agriculteurs provenant principalement de la région du bas Alentejo. Bien que son champ d'action soit large, elle se concentre sur la fourniture de services de soutien au secteur de la production animale.

EDIA - Entreprise publique responsable de la gestion de l'entreprise polyvalente d'Alqueva. Son objectif est de promouvoir Alqueva et d'encourager les investissements dans la région de l'Alentejo.

Fenareg - Association à but non lucratif dédiée à la sauvegarde et à la promotion d'un développement durable et compétitif de l'irrigation. Elle regroupe des entités dédiées à la gestion de l'eau pour l'irrigation.

Cooperativa Agrícola Beja e Brinches - Coopérative agricole très présente dans les secteurs des céréales et de l'huile d'olive.

Cooperativa Agrícola Moura e Barrancos - Coopérative agricole très présente dans le secteur oléicole. Son principal objectif est d'augmenter durablement les ventes de l'huile d'olive qu'elle produit.

EUFRAS - Réseau d'organisations de conseil visant à soutenir les services de conseil agricole européens

Instituto Politécnico de Beja - Établissement d'enseignement supérieur axé sur la production et la diffusion de connaissances, avec une concentration sur les programmes de formation et de recherche.

InovTechAgro - Centre de compétences axé sur le secteur de l'agroforesterie, visant à créer et à diffuser des connaissances dans les domaines de l'agriculture de précision, de la mécanisation et de la numérisation.

Agroinsider - Société spécialisée dans le marché du carbone, offrant des services tels que l'audit, le conseil et le courtage liés à l'empreinte carbone.

Agrovete - Entreprise axée sur le secteur de l'agriculture et de l'élevage, chargée de l'assemblage et de la commercialisation d'équipements agricoles, ainsi que de la production et de la commercialisation de semences certifiées.

Aquagri - Entreprise spécialisée dans la commercialisation de matériel de gestion de l'irrigation

Hidrosoph - Entreprise spécialisée dans le développement et la commercialisation d'équipements de gestion de l'irrigation

Rivulis - Entreprise qui commercialise des produits liés à l'irrigation localisée

TerraPro - Entreprise impliquée dans la commercialisation, le développement et l'intégration de technologies de précision dans le secteur agricole. Elle fournit des conseils agronomiques basés sur la collecte et l'interprétation de données.

Analyse des réponses à l'enquête | principales parties prenantes

Le questionnaire comprenait 5 questions sur la numérisation dans le secteur agricole, en particulier sur la gestion de l'irrigation. Pour évaluer l'enquête, les réponses ont été divisées en trois catégories en fonction du type d'organisation à laquelle appartiennent les personnes interrogées. Les questions et les réponses étaient les suivantes (réponses extrapolées à partir des informations reçues)

Comment les outils numériques sont-ils actuellement utilisés dans l'irrigation et la gestion de l'eau ?

Associations | Au Portugal, 30 % de la surface irriguée utilise les technologies de l'information pour soutenir la gestion de l'irrigation. L'utilisation de ces outils numériques a permis de réaliser d'importantes économies d'eau grâce à l'optimisation et à la gestion efficace des ressources hydriques. Les outils numériques sont utilisés quotidiennement pour surveiller les niveaux d'eau dans le sol et pour ajuster et améliorer les programmes d'irrigation. Les outils numériques sont également utilisés pour surveiller la santé des cultures et pour faciliter le contrôle à distance des systèmes d'irrigation, offrant ainsi flexibilité et commodité à leurs utilisateurs.

Institutions publiques | Les outils numériques sont utilisés principalement de deux manières : i) détection in situ avec connexion à des plates-formes de stockage et de traitement des données (agrégation des informations relatives au sol, aux plantes et aux volumes d'eau) ; ii) outil de détection à distance, utilisant des cartes de productivité et les reliant aux secteurs d'irrigation pour une distribution efficace (systèmes d'irrigation intelligents).

Entreprises | Bien que l'adoption des technologies numériques pour la gestion de l'irrigation au Portugal soit en augmentation, il existe encore des obstacles importants, en particulier parmi les utilisateurs moins spécialisés. Les outils disponibles aident les agriculteurs à prendre des décisions, ce qui permet une gestion plus durable de l'irrigation, tant sur le plan économique que social. Ces outils sont principalement utilisés pour enregistrer la consommation d'eau (instantanée et cumulée), collecter des informations et les interpréter ensuite pour ajuster le plan d'irrigation. Ainsi, les principales technologies utilisées pour soutenir la prise de décision en matière d'irrigation sont les sondes d'humidité du sol, les débitmètres numériques et les stations météorologiques in situ.

Conclusions | Les réponses reflètent la manière dont la mise en œuvre des technologies dans la gestion de l'irrigation au Portugal favorise une utilisation plus durable et plus efficace de l'eau, en soutenant la prise de décision et en facilitant l'exploitation.

Quels sont les outils numériques les plus utilisés ?

Associations | Les outils les plus utilisés sont les stations météorologiques, les images satellites / drones et les sondes d'humidité du sol, qui permettent d'évaluer les besoins en eau des cultures. En outre, des programmes d'irrigation télécommandés sont également utilisés, permettant un contrôle automatique et immédiat des différents composants du système d'irrigation. Des logiciels tels que les logiciels de gestion agricole, les plateformes de gestion des données et les systèmes d'aide à la décision permettent de gérer les données agronomiques et de faciliter le processus de prise de décision.

Institutions publiques | Des plates-formes de télédétection et des plates-formes de stockage et de traitement des données sont utilisées. Ces plateformes sont utilisées pour évaluer l'état hydrique des cultures, ainsi que la teneur en eau du sol, les capteurs de feuilles humides et les dendromètres. En plus de ces outils, des systèmes d'irrigation intelligents ou VRT (Variable Rate Technology) sont également mis en place, ce qui permet d'augmenter l'efficacité de l'application de l'irrigation.

Entreprises | Des outils sont utilisés pour évaluer l'état hydrique des cultures, tels que des capteurs d'humidité du sol, des sondes de tension racinaire et des images NDVI, ainsi que des outils liés à l'application de l'eau, tels que des vannes et des compteurs numériques pour contrôler le système d'irrigation et l'utilisation d'un logiciel spécifique pour le gérer.

Conclusions | Les outils numériques utilisés peuvent être divisés en deux catégories : l'évaluation de l'état hydrique des cultures et le contrôle du système d'irrigation. Dans ces catégories, les technologies utilisées sont les sondes d'humidité du sol, les images NDVI/drones, les stations météorologiques sur le terrain et les contrôleurs d'irrigation avec accès à distance qui permettent l'ouverture et la fermeture automatiques de divers composants, ainsi que l'enregistrement de l'eau utilisée. En outre, des logiciels de prise de décision avec des plateformes de gestion de données sont également utilisés pour améliorer la planification de l'irrigation.

Quels sont les principaux obstacles à la numérisation ?

Associations | Les principaux obstacles sont le coût élevé de l'installation, le manque de culture numérique de la part de l'utilisateur, les problèmes d'infrastructure tels que l'absence d'un réseau internet fiable et stable sur le site de mise en œuvre et les obstacles réglementaires et politiques liés à l'incertitude économique.

Institutions publiques | Le coût élevé de la mise en œuvre et le manque de connaissances techniques et numériques des utilisateurs sont les principaux obstacles à l'adoption des nouvelles technologies.

Entreprises | Le coût élevé de la mise en œuvre, le manque de connaissances techniques et la résistance au changement de la part de l'utilisateur en sont les principales causes. Mais la difficile compatibilité entre les solutions existantes freine également la mise en œuvre des nouvelles technologies.

Conclusions | Les obstacles à la numérisation sont principalement liés au coût initial élevé de la technologie et à la culture numérique de l'utilisateur. Cependant, l'intégration difficile de technologies provenant de différentes entreprises, le manque d'assistance technique, les barrières réglementaires et la faiblesse des infrastructures (mauvais accès à l'internet) entravent également l'adoption des nouvelles technologies.

Quels sont les leviers d'action pour accélérer l'utilisation de la technologie numérique ?

Associations | Il est nécessaire de créer des incitations financières associées à des politiques qui encouragent l'adoption de ces technologies, le développement d'infrastructures numériques et des actions de partage des connaissances, telles que des démonstrations de cas réels, afin d'améliorer la culture numérique des utilisateurs.

Institutions publiques | Il est nécessaire de créer des actions de diffusion et de sensibilisation afin d'obtenir une plus grande adhésion à ces technologies et un transfert de connaissances, en améliorant la capacité technique des utilisateurs.

Entreprises | Il est nécessaire de créer des incitations financières liées à des politiques qui encouragent l'adoption de ces technologies et pénalisent la mauvaise gestion de l'eau. Il est également essentiel de créer des cours de formation qui expliquent le fonctionnement des technologies existantes.

Conclusions | Pour que l'adoption des technologies soit plus significative, il est nécessaire d'apporter un soutien financier et de promouvoir cette adoption, ainsi que des actions de formation et de diffusion afin d'améliorer la culture numérique de l'utilisateur, d'instaurer la confiance et l'engagement. L'augmentation des politiques de soutien et des réglementations en matière de confidentialité des données peut également accélérer l'adoption des technologies numériques.

Quels sont les besoins et les outils nécessaires ?

Associations | Les outils précis nécessaires sont les systèmes de surveillance (enregistrement de l'humidité du sol et du débit), ainsi que les systèmes d'information géographique pour soutenir le plan d'irrigation et les plateformes pour intégrer les données collectées. La réduction des coûts (par la massification), les programmes qui renforcent la culture numérique et l'amélioration de l'infrastructure sont également nécessaires pour accroître l'utilisation des technologies numériques dans l'agriculture.

Institutions publiques | Le besoin le plus important est celui d'un lien fort entre la communauté scientifique et les utilisateurs des technologies.

Entreprises | Nous devons augmenter la demande afin de réduire les coûts. Une meilleure diffusion des produits existants, avec une formation spécifique pour chaque technologie et une amélioration de la qualité des indicateurs développés. Pour que ces innovations aient lieu, il faut également investir davantage dans la recherche afin d'accroître l'efficacité de l'irrigation et de la fertilisation.

Conclusions | Pour que les technologies numériques soient adoptées, il est nécessaire de réduire leur coût et d'accroître le lien entre la communauté scientifique et les utilisateurs afin d'obtenir des indicateurs de meilleure qualité pour aider à la prise de décision dans la gestion de l'irrigation. Il est également essentiel d'améliorer l'infrastructure et la culture numérique.

Conclusion

Une vue d'ensemble des réponses de toutes les parties prenantes indique que la numérisation de la gestion de l'irrigation au Portugal favorise une utilisation plus durable et plus efficace de l'eau en améliorant le processus de prise de décision.

Les principales technologies mises en avant sont les capteurs de sol et de climat, les systèmes d'irrigation intelligents, les outils de modélisation et de prévision, l'imagerie satellitaire, les plateformes d'analyse des données de gestion de l'eau et les applications mobiles.

Toutefois, l'adoption de ces technologies se heurte à des difficultés importantes, telles que des coûts élevés et un manque de connaissances techniques. Ces obstacles peuvent être surmontés grâce à des incitations financières, à une meilleure formation et au développement d'infrastructures numériques.

Il est également important de noter les différences de réponses en fonction du type d'organisation à laquelle appartiennent les personnes interrogées. Il est donc essentiel que les institutions universitaires et les entreprises collaborent plus étroitement avec les associations qui s'engagent directement auprès des agriculteurs, qui sont les utilisateurs finaux des technologies numériques.

Annexe 4 : Publications du DARP et de l'IRTA

Publication du DARP

[Dossier technique 121. Agriculture de précision : applications dans le domaine de la pêche. Cas pratiques](#)

[Dossier Técnico 107. Agriculture de précision : applications dans le domaine de la pêche](#)

[Dossier Técnico 96. Énergie et environnement. Bombe solaire](#)

[Dossier Técnico 88. Exigences hydriques des cultures de légumes \(II\)](#)

[Dossier Técnico 65. Fertirrigation](#)

[Dossier Técnico 61. Exigences hydriques des cultures de légumes \(I\)](#)

[Ficha técnica 31. Exigences hídricos en cítricos](#)

[Ficha técnica 30. Exigences hídricos en nogal](#)

[Fiche technique 29. Exigences en matière d'hygiène pour les pistaches](#)

[Fiche technique 28. Exigences en matière d'hygiène dans le domaine de la santé](#)

[Fiche technique 26. Exigences hídricos en matière de céréales](#)

[Ficha técnica 25. Exigences hídricos en albaricoquero](#)

[Fiche technique 23. Exigences hídricos en vid](#)

[Fiche technique 22. Exigences hídricos en almendro](#)

[Fiche technique 20. Exigences hídricos en manzano](#)

[Fiche technique 21. Exigences en matière d'hygiène dans le domaine de la santé](#)

[Fiche technique 19. Exigences en matière d'hygiène dans le domaine de la santé](#)

[Fiche technique 18. Programador de riego](#)

[Fiche technique 19. Changements dans les tarifs électriques](#)

[Fiche technique 01. Guide de recommandations pour le jardinage en milieu rural](#)

[Fiche technique 74. Caractéristiques et composants essentiels d'une installation de secours localisée en cas d'incendie](#)

[Fiche technique 06. Outils de recommandation pour la recherche de RuralCat](#)

[Fiche technique 70. Qualité de l'eau de pluie](#)

[Fiche technique 69. La bombe solaire dans la région](#)

[Ficha Técnica 58. Mantenimiento de instalaciones de riego por aspersión en cobertura total \(i\). Preparación para las heladas](#)

[Fiche technique 43. Cabine de fertirrigation](#)

Plantes formatives. Vidéos sur la manière de faire face à la faible disponibilité de l'eau pour régir les cultures annuelles de printemps

[La culture du girasol comme alternative à la pénurie d'eau](#)

[La culture du sorgho en tant que grain et fourrage](#)

[Les variétés de maïs à cycle court peuvent-elles aider en cas de manque d'eau ?](#)

[Besoins en eau des cultures et incidence de l'humidité sur le rendement](#)

[Comment faire face à la faible disponibilité de l'eau pour se régénérer à Manzano ?](#)

Publication de l'IRTA

[Programmation différentielle de l'irrigation à l'aide d'un algorithme automatisé de bilan hydrique réglé par des capteurs d'humidité du sol de type capacitif](#)

**Interreg
Sudoe**



Co-funded by
the European Union

SMART GREEN WATER