



**Étude scientifique et son application portant sur
les possibilités résilientes d'accès à et d'utilisation d'eau d'irrigation
dans l'agriculture / horticulture**

Rapport final interne
Décembre 2025

*Partim sur la mise en place d'un outil de suivi et
d'aide à la prise de décision en irrigation au niveau de la parcelle*



Equipe de projet :

Cédric Magain & Guillaume Renard (Equal contribution)

Aurore Degré

Jeroen Meersmans

Serge Brouyère

Philippe Orban

Caroline De Clerck

Joost Wellens (coordinateur)

E-mails :

Cedric.Magain@uliege.be

P.Orban@uliege.be

Guillaume.Renard@uliege.be

Joost.Wellens@uliege.be

Avec le financement de :

Fond pour la gestion de l'eau

Avec le soutien de :

Administration de la Gestion de l'Eau :

Division de l'Hydrologie : Service Hydrologie

Service Ecologie & Pêche

Division Eaux Souterraines & Eaux potables

Division de la Protection des Eaux

Administration des Services Techniques de l'Agriculture :

Service de l'horticulture

Service de pédologie

Service météorologique

Service SIG

Ministère de la Mobilité et des Travaux Public :

Service de la navigation fluviale

Wasserstraßen- und Schifffahrtsamt (Mosel-Saar-Lahn ; Allemagne)

Producteurs horticoles luxembourgeois

Table des matières

Mise en contexte : le projet IrriLux	1
1. Objectifs et échelles de travail	2
2. Échelles de travail	2
3. Chronogramme	3
4. Rapports et documents	3
Mise en place d'un outil de suivi et d'aide à la prise de décision en irrigation	
au niveau de la parcelle	5
1. Introduction	5
2. Matériel et méthode	7
2.1. Parcelles suivies	7
2.2. Matériel installé	10
2.3. Suivi de l'irrigation à la parcelle	11
2.4. Des données collectées au conseil en irrigation	16
3. Résultats et discussion	17
3.1. ZentraCloud	17
3.2. Bilan hydrique automatique	18
3.3. Interaction via WhatsApp	23
3.4. Apprentissage partagé : réunions avec les producteurs	29
3.5. Problèmes techniques rencontrés	33
4. Conclusion	35
5. Perspectives	35
6. Références	37
7. Annexes	40
7.1. Parcelles suivies	40
7.2. Incertitudes sur le bilan hydrique – Matériel et méthodes	41
7.3. Incertitudes liées à la mesure – Résultats et discussion	43
7.4. Réunions avec les producteurs	51

Mise en contexte : le projet IrriLux

En 2023, la valeur ajoutée brute (VAB) du secteur agricole luxembourgeois ne représentait que 0,3 % de la VAB totale, composée de 86 % et 14 % respectivement pour le secteur tertiaire et l'industrie. Le secteur agricole emploie 3800 personnes, ce qui représente 1,2 % de l'emploi luxembourgeois (European Commission, 2023b). Même si la part du secteur agricole est faible dans l'économie luxembourgeoise, les zones agricoles occupent plus de la moitié du territoire (Allegrezza et al., 2013; European Commission, 2023a). En 2016, la surface agricole du GDL était de 52,6 % ou 131 384 ha (Le gouvernement du Grand-Duché de Luxembourg, 2016). Le Luxembourg compte 1970 exploitations agricoles, dont la moitié a une superficie supérieure à 50 ha. L'agriculture biologique représente six pourcents des surfaces et est pratiquée par 114 agriculteurs en 2020 (European Commission, 2023b). Bien que ces dernières aient augmenté depuis les années 1990 (126.298 ha) (Le gouvernement du Grand-Duché de Luxembourg, 2016), une diminution de la surface agricole utilisée (SAU) a été observée, 6000 ha ont été perdus entre les années 60 et 2019. Depuis ces années 1960, le secteur agricole luxembourgeois a été largement influencé par la politique agricole commune. Cette influence s'est traduite par (i) une concentration des exploitations agricoles (Hauptert, 2009; Casali & Hauptert, 2012; Allegrezza et al., 2013); (ii) une forte stabilisation de la répartition selon la spécialisation (Allegrezza et al., 2013); et (iii) le développement de zones réservées principalement à l'élevage (Casali & Hauptert, 2012; Larue, 2012; Allegrezza et al., 2013). L'agriculture luxembourgeoise se concentre ainsi sur un nombre limité de produits (lait, viande, vin et céréales) (European Commission, 2023b).

En ce qui concerne l'horticulture, en 2008, il y avait 419 exploitations spécialisées dans l'horticulture ou les cultures permanentes avec presque exclusivement des exploitations viticoles. Entre 1990 et 2016, l'horticulture (c'est-à-dire le maraîchage) est passée de 19 à 102 ha (Le gouvernement du Grand-Duché de Luxembourg, 2016). Avec actuellement seulement 1 % des exploitations agricoles engagées dans la culture de fruits et moins de 4 % dans la culture de légumes, un nouveau soutien financier a été mis en place par le plan stratégique national (2023-2027) pour soutenir et encourager les producteurs de légumes et de fruits (MAVDR, 2022). De plus, le plan agricole contribuera également à porter à 20 % la superficie cultivée consacrée à l'agriculture biologique d'ici à 2025 et à réduire de 50 % l'utilisation des pesticides d'ici à 2030 (European Commission, 2023b). Ces intentions sont reflétées par les données de l'Administration des Services Techniques de l'Agriculture (ASTA). En effet, depuis 2015, la superficie cultivée en légume a presque été multipliée par cinq, passant de 70 à 330 ha.

En 2020, selon la base de données AQUASTAT (FAO, 2021), aucune surface cultivée n'est irriguée au Grand-Duché de Luxembourg. En réalité, les producteurs maraichers se sont récemment équipés de systèmes d'irrigation. On peut s'attendre à ce que les volumes d'eau destinés à l'irrigation continuent d'augmenter, compte tenu des hausses des hectares maraichers cultivés déjà observées et de celles anticipées pour l'avenir.

Dans le même temps, la croissance démographique du Grand-Duché de Luxembourg n'a fait qu'augmenter au cours des 20 dernières années, passant de 448.300 habitants en 2002 à 660.809 habitants en 2022 (STATEC/CITIE, 2023). De ce fait, la densité de population s'est également vue augmenter, passant de 173,3 habitants/km² en 2002 à 255,5 habitants/km² en 2022, ce qui fait du Luxembourg l'un des pays les plus densément peuplés d'Europe (Le gouvernement du Grand-Duché de Luxembourg, 2023). Finalement, une étude menée par MC Luxembourg en 2016 a estimé que la population luxembourgeoise approchera le million d'habitants et que les besoins en eau s'élèveront à 190.000 m³/jour d'ici 2040 (MC Luxembourg, 2016). Avec une augmentation de 11,2 % de la population vivant dans les zones rurales entre 2015 et 2020 (European Commission, 2023b), le prochain défi auquel le Luxembourg sera confronté consistera à fournir suffisamment d'eau potable.

Enfin, en ce qui concerne le changement climatique, le dernier rapport du GIEC a établi avec un niveau de confiance élevé que (i) les températures, en raison des émissions de gaz à effet de serre, ont

augmenté de 1,1 °C pour la période 2011-2020 par rapport à la période 1850-1900 en 2011-2020 et que (ii) les causes humaines du changement climatique affectent déjà les conditions météorologiques et les extrêmes climatiques dans diverses régions du monde (Mukherji et al., 2023). L'influence humaine a probablement augmenté le risque d'événements extrêmes depuis les années 1950 et a réduit la sécurité alimentaire et affecté la sécurité de l'eau. En outre, si les émissions de gaz à effet de serre se poursuivent, l'augmentation de la température devrait atteindre 1,5 °C dans un avenir proche, selon les meilleures projections. En effet, la probabilité que le seuil de 1,5°C d'ici 2025-2029 soit atteint, s'élève à 70% selon l'OMM et le Met office britannique (RTBF, 2025). Finalement, même des "réductions profondes, rapides et soutenues des émissions de gaz à effet de serre" n'entraîneraient une baisse de la température que d'ici 20 ans.

C'est dans ce contexte de croissance démographique, de changements climatiques et de volonté d'expansion du secteur horticole luxembourgeois que le projet : « *Étude nationale au Grand-Duché de Luxembourg portant sur les possibilités résilientes d'accès et de l'utilisation d'eau d'irrigation dans l'horticulture* », intitulé IrriLux au sein de ce document, a été mis en place.

1. Objectifs et échelles de travail

Compte tenu du contexte luxembourgeois, l'objectif principal du projet IrriLux est de : « **développer une approche intégrée de gestion des ressources en eau visant à confronter les besoins en eau horticole aux disponibilités afin d'améliorer leurs gestions** ». Trois sous objectifs ont été définis comme nécessaires à l'atteinte de cet objectif principal (Tableau 1).

Le premier objectif (OS1) consiste à mettre en place un outil d'aide à la décision à l'échelle nationale afin d'évaluer le potentiel d'irrigation. Pour ce faire, plusieurs activités sont prévues : la cartographie des parcelles agricoles concernées, l'évaluation de l'aptitude des terres pour l'horticulture irriguée, l'estimation des besoins en eau pour la campagne agricole et l'analyse des ressources en eau disponibles, qu'elles soient conventionnelles (eaux de surface et souterraines) ou non conventionnelles. Ces informations seront ensuite confrontées pour déterminer la balance entre besoins et ressources, puis intégrées dans un outil interactif accessible à l'échelle du pays.

Le deuxième objectif (OS2) vise à concevoir et mettre en place un outil d'aide à la décision adapté à l'échelle de la parcelle. Cet outil permettra de déterminer le moment optimal et la quantité d'eau adéquate à appliquer, favorisant ainsi une gestion durable de l'irrigation. Les actions prévues comprennent l'équipement des parcelles avec des capteurs de suivi de l'humidité du sol, l'observation des pratiques d'irrigation des producteurs, l'élaboration d'un bilan hydrique, et la mise en place d'un système d'alerte semi-automatique. Les producteurs seront également impliqués à travers des échanges et retours pendant et après les campagnes agricoles.

Enfin, le troisième objectif (OS3) concerne la mise en place d'une modélisation hydrologique intégrant les usagers. Ce travail repose sur la récolte de données, la calibration du modèle hydrologique et la production de scénarios à l'échelle du bassin versant. L'approche vise à mieux comprendre et anticiper les dynamiques hydriques dans une logique de gestion et planification des ressources en eau ainsi qu'à arbitrer le partage des ressources entre les différents usagers.

2. Échelles de travail

Le projet suit deux échelles de travail (Figure 1) : locale et nationale. Les résultats obtenus à l'échelle locale serviront à alimenter et détailler le travail effectué à l'échelle nationale. Le travail à l'échelle nationale consistera en l'élaboration d'une carte du potentiel d'irrigation du Grand-Duché de Luxembourg. En ce qui concerne l'échelle locale, deux volets sont étudiés : d'une part l'appui aux agriculteurs via la mise en place d'outils de gestion de l'eau, et d'autre part la modélisation hydrologique d'un bassin versant.

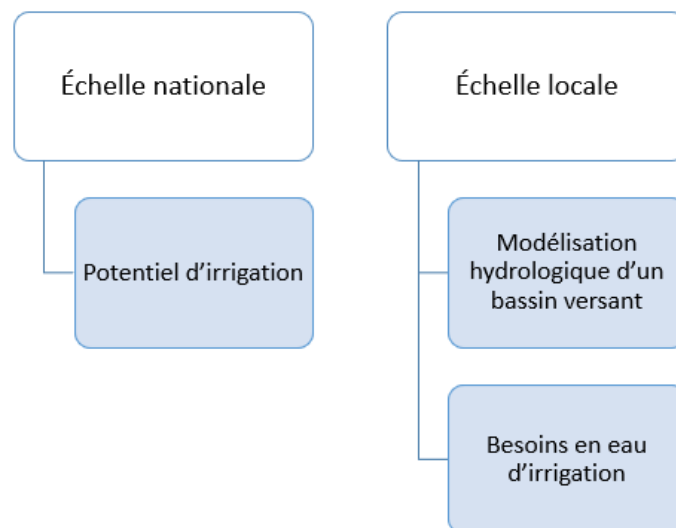


Figure 1 : Échelles de travail

3. Chronogramme

Les différentes activités sont réparties en 3 pôles d'activités (Figure 2) :

- Ligne supérieure : pôle d'activités partie irrigation à la parcelle,
- Ligne inférieure : pôle d'activités partie modélisation hydrologique et,
- Ligne centrale : pôle d'interaction entre les pôles irrigation et ressources en eau.

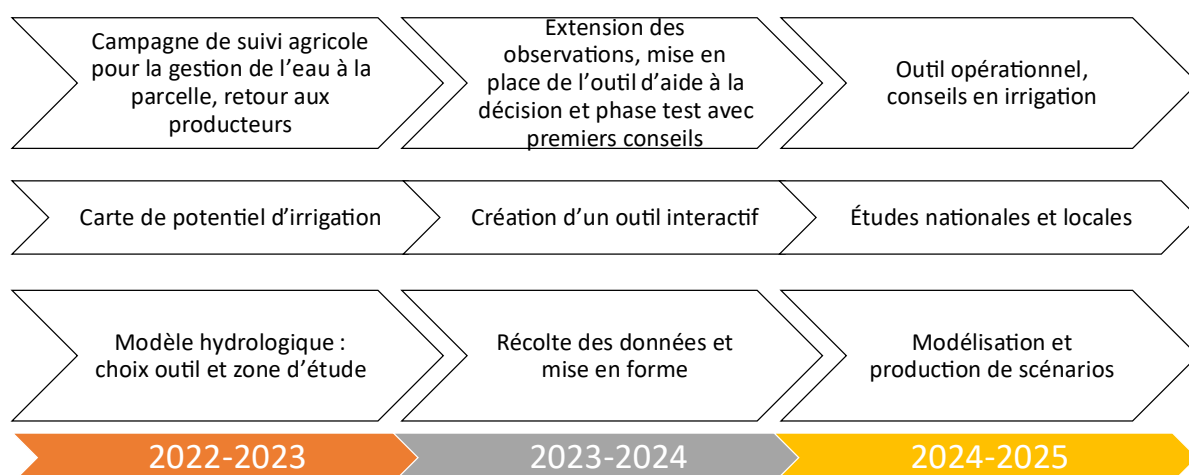


Figure 2 : Chronogramme général des activités

4. Rapports et documents

Les objectifs spécifiques présentés au Tableau 1, se divisent en trois rapports distincts. Chacun d'eux peut se lire séparément. La structure de ces documents est présentée ci-dessous. Le présent chapitre concerne la mise en place d'un outil d'aide à la décision pour le suivi de l'irrigation à la parcelle. Il développe l'installation du matériel, la mise en place du conseil et les interactions avec les producteurs.

- Rapport 1 : Potentiel d'irrigation à l'échelle nationale
- Rapport 2 : Mise en place d'un outil de suivi et d'aide à la prise de décision pour la gestion de l'eau à la parcelle
- Rapport 3 : Gestion intégrée des ressources en eaux : approche par modélisation (élaboré hors du cadre du projet, dans la continuité des recherches doctorales)

Tableau 1 : Objectifs spécifiques du projet IrriLux

Objectifs spécifiques	Activités	Échelle de travail	Délivrable
OS1 : Mise en place d'un outil d'aide à la décision nationale sur le potentiel d'irrigation	• Cartographier les parcelles agricoles concernées • Estimer l'aptitude des terres à recevoir une horticulture irriguée • Estimer les besoins en eau d'irrigation de la campagne agricole • Estimer les ressources en eau disponibles conventionnelles (Eaux de surface et eaux souterraines) et non conventionnelles disponibles à l'irrigation horticole • Confronter les ressources en eaux disponibles à l'irrigation aux besoins en eau. • Intégrer les résultats dans un outil interactif	Nationale	Rapport 1
OS2 : Concevoir et mettre en place un outil d'aide à la décision permettant de déterminer, à l'échelle de la parcelle, le moment optimal et la quantité adéquate d'eau d'irrigation, afin d'assurer une gestion durable.	• Équiper les parcelles agricoles : mise en place d'équipement pour le suivi de la teneur en eau du sol • Suivre les habitudes d'irrigation des producteurs • Mettre en place d'un bilan hydrique de la parcelle • Suivre et alerter semi-automatiquement les producteurs concernant leur gestion de l'irrigation à partir des données enregistrées par les capteurs • Discuter et commenter l'utilisation et l'impact de l'outil d'aide à la décision avec les producteurs pendant et après la campagne de production	Locale : parcelle	Rapport 2, le rapport ici présent
OS3 : Mise en place d'une modélisation hydrologique avec usagers en vue d'affiner la compréhension de l'hydrologie d'un bassin versant et des impacts des usages anthropiques sur ce dernier	• Choisir le bassin modélisé • Choisir un outil de modélisation adapté • Récolter des données • Calibrer le modèle • Produire des scénarios	Bassin versant	Rapport 3, élaboré hors du cadre du projet, dans la continuité des recherches doctorales.

« Pour des raisons de confidentialité des données, le présent document ne peut être transmis dans son intégralité. C'est pour cela que seule l'introduction est conservée au sein de cette version. Pour toutes demandes complémentaires, veuillez-vous adresser au chargé de projet à l'adresse suivante : Joost.Wellens@uliege.be . »