

Restitution stage 2025

Le Défi Clé Water Occitanie (WOC) est un programme financé par la Région Occitanie et porté par l'Université de Montpellier. Le réseau de recherche du Défi Clé WOC est le résultat d'une entente entre le Centre International UNESCO de l'Eau ICIREWARD de Montpellier et le GIS Eau Toulouse.

L'objectif du Défi Clé Water Occitanie est d'étudier les solutions locales de réusages de l'eau et leur pertinence au regard des enjeux du cycle de l'eau. Il soutient des projets de recherches interdisciplinaires en s'appuyant sur des projets à plusieurs échelles, associant une approche multi-acteurs au travers d'un réseau de six territoires « Living Labs » en Occitanie.

Au sein du Défi Clé WOC, un Living Lab correspond à un territoire où se rassemblent des chercheurs et des acteurs locaux afin de faire émerger des questions liées aux réusages de l'eau pertinentes dans ces territoires. Ce processus d'identification des problématiques et de co-construction des questions de recherches permet d'étudier les options de réusages et leur pertinence avec des stages de Master, dans un contexte de raréfaction de cette ressource. Chaque Living Lab explore différentes questions autour des options de réusages au regard d'une thématique spécifique à chaque territoire.

Cette courte fiche a pour but de servir de support de communication auprès des financeurs, des partenaires des autres Living Labs du Défi Clé, ou d'autres partenaires potentiels pour des collaborations futures au-delà du Défi Clé.

Stage 2025 sur le Living Lab de Claira

Titre du stage : « Évaluation économique du coût des sécheresses et de la mise en place de solutions de sécurisation de l'eau »

Période de stage : du 10/03/2025 au 10/09/2025

Encadrement : Katrin Erdlenbruch (INRAE, CEE-M),

Et Hichem Tachrift (Syndicat Mixte des Nappes de la Plaine du Roussillon)

Présentation de l'étudiant :

Lucas Ralaivao

Master en économie de l'environnement (Paris 10 et AgroParisTech)

Objectif du stage :

- Construire un scénario de référence et des scénarios alternatifs d'évolution du système hydro-agro-économique à moyen-terme.
- Evaluer le coût des sécheresses sans et avec option de REUSE pour l'irrigation
- Mettre en perspective les résultats en comparant la solution de REUSE du terrain de Claira à d'autres solutions de gestion des sécheresses dans une (ou plusieurs) commune(s) proche(s). Les solutions alternatives à évaluer seront élaborées conjointement avec le Syndicat mixte des Nappes de la Plaine du Roussillon.

Principaux résultats et conclusions :

L'analyse coûts-bénéfices (ACB) révèle que ce projet de REUSE (projet appel à projet Ec'EAU de la Région Occitanie) pour l'irrigation à Claira, **dans ses contours et ses limites tels que proposés, n'est pas rentable** d'un point de vue économique dans la grande majorité des scénarios étudiés. La somme des coûts d'investissement et de fonctionnement de cette solution dépasse le plus souvent les gains qu'elle pourrait permettre durant les années sèches. C'est d'autant plus vrai compte tenu du fait que les coûts d'investissement et de fonctionnement associés au projet de REUSE à Claira étaient sous évalués dans la première étude hydro-économique¹ sur laquelle nous nous sommes basés, comme nous l'avons montré dans une analyse géographique.

Nous avons inclus quatre scénarios pour étudier le projet d'irrigation à base de REUT sur Claira :

¹ Issue de l'étude de faisabilité réalisée par les bureaux d'étude IREEDD et ImaGeau

- Le scénario 1 est le scénario ImaGeau\IREEDD : un coût total estimé par l'IREEDD et ImaGeau à 660 000 € sur toute la période d'exploitation (30 ans) pour un volume d'eau supplémentaire de 95 000 m³ par an (correspondants aux besoins déclarés des deux forages considérés comme assez proches de la STEP pour bénéficier de la recharge de la nappe), mis à disposition pour l'agriculture et non-soumis aux restrictions administratives. Nous avons montré que ces les coûts de ce scénario sont sous-estimés.
- Le scénario 2 est différent du premier en ceci qu'il se voit ajouter 200 000 € d'investissement supplémentaire. Celui-ci correspond à la construction d'une infrastructure de transfert d'eau reliant les forages que la précédente étude considérait dans le « périmètre de recharge ». Ces coûts sont calculés en mesurant la distance entre la STEP et les forages via un logiciel SIG et en prenant le coût au mètre des tuyaux déjà présent dans le scénario 1. Notons que nous faisons fi des coûts supplémentaires d'énergie qu'il faudra mobiliser pour envoyer de l'eau en amont de la STEP.
- Le scénario 3 est un scénario très hypothétique qui ne tient pas compte de la faisabilité physique ou sociale. Nous imaginons un tuyau de 5 kilomètres qui lierait la STEP au canal Saint-Pierre. Celui-ci alimente les parcelles irriguées de Clairia via une ASA. Ce scénario est imaginé pour maximiser les volumes mis à disposition par la STEP en période de sécheresse. Nous estimons le coût supplémentaire à 1 137 000 € pour un volume annuel de 200 000 m³. Ce coût correspond aux coûts de tuyaux supplémentaires réduits des coûts du scénario initial non nécessaires dans ce scénarios (comme les coûts de surpression pour envoyer l'eau dans la nappe).
- Le scénario 4 étudie la rentabilité d'un projet ne bénéficiant pas seulement aux parcelles de la commune de Clairia mais aux parcelles autour de la STEP, quel que soit la commune. Elle reprend les coûts du scénario 1 et mets à disposition 95 000 m³ à toute les parcelles comprises dans un rayon de 1500m autour de la STEP. Se faisant, le périmètre des parcelles qui ont besoin d'eau coïncide avec l'écoulement théorique de la recharge de la nappe. Notons que ce scénario est construit théoriquement pour donner un ordre de grandeur, il ne repose sur aucune étude géographique ou économique attestant des besoins en eau d'irrigation ou de la capacité des exploitations à pouvoir effectivement bénéficier de l'EUT.

période de retour (années)	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 4
1	0.74	0.53	1.05	0.92
2	0.10	-0.19	-0.3	0.15
3	-0.16	-0.35	-0.91	-0.15
5	-0.38	-0.57	-1.18	-0.34
10	-0.55	-0.77	-1.61	-0.50
15	-0.57	-0.79	-1.74	-0.58
20	-0.58	-0.76	-1.78	-0.61

Figure 1 : Récapitulatif des VAN par scénario et par période retour de sécheresse intense (M€)

Lecture : La Valeur Actualisée Nette (VAN) est l'indicateur générique final de l'analyse coûts bénéfiques. Quand elle est négative le projet est considéré comme non rentable d'un point de vue économique. Pour la majorité des scénarios la VAN est négative, le projet est considéré comme non rentable.

Après le projet REUT sur Clairia, nous avons étudié un autre projet dit « Maillage », un projet d'optimisation des réseaux d'irrigation sur l'aval de la vallée de l'Agly. D'après notre analyse, ce projet est rentable à la condition qu'une sécheresse très intense (de même intensité que celle de 2023) advienne au moins tous les 5 ans. À noter que nous n'avons pas pu prendre en compte les coûts de fonctionnement pour le projet Maillage puisqu'ils n'ont pas encore été chiffrés, les coûts sont donc là aussi sous-estimés.

Description de la méthodologie :

Dans un premier temps nous calculons les coûts engendrés par un épisode de sécheresse sur le secteur agricole. Pour cela, nous avons construit un état des lieux agroéconomique de référence qui recense l'assolement, les besoins en eau et la valeur ajoutée par parcelle pour nos terrains d'études. Les figures 3, 4 et 5 sont les cartes qui illustrent cet état des lieux. On note que les parcelles les plus consommatrices en eau

d'irrigation sont occupées en maraîchage. Les céréales et les vergers sont aussi très consommateurs, contrairement aux vignes. Les cultures à forte valeur ajoutée sont le maraîchage et l'arboriculture, ce qui coïncide avec les parcelles qui ont des besoins en eau importants. Puis un choc « Sécheresse » vient diminuer les volumes d'eau disponibles via les restrictions administratives qui limitent les prélèvements dans les milieux. Le stress hydrique induit deux types de dommages dans notre analyse :

- Les pertes de rendements calculées grâce à des fonctions liant les besoins en eau d'irrigation et rendements agricoles. Cette baisse des rendements est considérée comme étant les pertes économiques induits par la sécheresse sur le secteur agricole.
- Les pertes de fonds, c'est-à-dire les cultures ne survivant pas au manque d'eau et qu'il faut arracher et replanter. Les pertes économiques sont donc ici les coûts de replantation et le manque à gagner attendu pour les années suivantes.²

Notre démarche permet d'identifier les parcelles agricoles qui sont le plus touchées par la sécheresse dans une situation sans projet. La figure 6 illustre les pertes économiques de ces parcelles. En valeur absolue, les pertes les plus importantes se situent sur les parcelles en maraîchage et en vergers (elles combinent forte valeur ajoutée et baisse de rendement relative importante)

Ensuite, nous évaluons la pertinence économique de solutions d'adaptation permettant d'augmenter les volumes d'eau disponibles en année sèche. Celles-ci permettent d'éviter une partie des pertes, la différence entre les pertes totales en année sèche et les pertes réduites par la mise en place du projet d'adaptation correspond aux bénéfices réalisés sur le secteur agricole. L'ACB compare ce bénéfice aux coûts totaux (investissement + fonctionnement) de manière actualisée sur l'ensemble de la durée de vie du projet (30 ans) pour rendre compte de la pertinence économique de ce projet.

Description des résultats et discussion :

D'après notre analyse coûts-bénéfices, les différents scénarios de mise en place de la REUT présentent une VAN négative, ce qui signifie la non-rentabilité du projet (voir figure 1). Ce résultat est conforté par une analyse d'incertitude et de sensibilité que nous avons menée en suivant la méthode Monte-Carlo et en calculant les indices de Sobol³. Succinctement, une analyse d'incertitude permet de présenter des résultats sous la forme de distribution de probabilité (« le résultat sera compris entre X et Y ») à partir de données d'entrées incertaines (« les besoins en eau sont compris entre X et Y »). Nous montrons que, malgré l'incertitude sur les données d'entrée, on peut tout de même conclure à une forte probabilité de non-rentabilité du projet. Un exemple de résultat est donné par la figure 2.

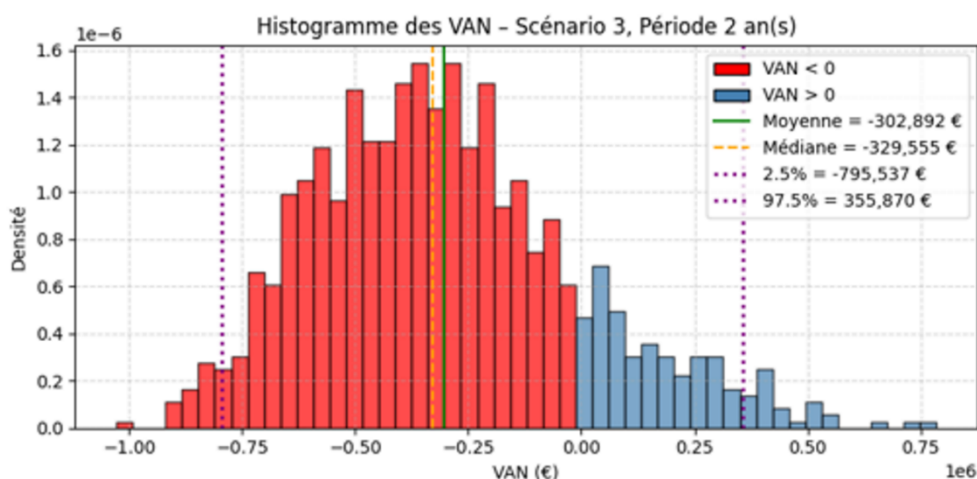


Figure 2 : VAN après analyse d'incertitude pour le scénario 3 et une période de retour 2 ans, en millions d'euros

² Les pertes de fonds ne concernent que les vergers se situant dans des zones où les nappes présentent des hauts risques d'assecs en période sèche. Cela concerne l'amont de Rivesaltes, Espira de l'Agly et Cases-de-Pène.

³ Pour plus d'information sur l'analyse de sensibilité, voir la partie 4 du rapport.

Lecture : Dans le scénario 3, si une sécheresse advient en moyenne tous les 2 ans, la VAN du projet REUT sera en moyenne égale à -302 000€ et comprise entre -795 000 € et 335 000 € dans 95% des cas possibles. Dans la majorité des cas, la VAN est négative, c'est-à-dire que le projet n'est pas rentable.

Nous avons donc répondu aux objectifs fixés initialement :

- En nous basant sur différentes sources de données (Chambre d'agriculture des Pyrénées Orientales, BRL, Statistique Agricole Annuelle, DRAAF, etc) nous avons établi un état des lieux du secteur agricole sur le secteur Agly aval. Cet état des lieux comprend une quantification et une localisation des dommages induits par la sécheresse (figure 6). Les surfaces sont précisées dans le rapport (tableau 11).
- Nous avons effectué une analyse coûts-bénéfices qui évalue la pertinence économique d'un projet de réutilisation des eaux usées traitées pour l'irrigation agricole sur la commune de Clairac. Cette évaluation a révélé que la mise en place d'un tel projet serait non rentable avec un fort taux de probabilité.
- Nous avons étendu notre périmètre d'étude et appliqué notre méthodologie au projet « Maillage » qui est à l'étude sur l'aval du barrage de Caramany. Nous concluons à une rentabilité du projet dans le cas où des sécheresses d'intensité égale à celle de 2023 arrivent tous les 5 ans ou moins.

Difficultés rencontrées :

La plus grande difficulté a été l'accès à des données fiables et précises. Concernant les prélèvements des agriculteurs, le recensement des forages individuels n'est pas encore complet et certains des forages recensés n'ont pas de compteur, c'est pour cette raison que nous avons raisonné via les besoins en eau d'irrigation (besoins physiologiques des plantes) plutôt que par les prélèvements agricoles. De la même manière, des chiffres précis sur les pertes économiques des agriculteurs durant la sécheresse n'ont pas pu être collectés. Nous avons aussi dû raisonner avec des rendements moyens à l'échelle du département (et non de notre terrain d'étude, plus restreint). La difficulté rencontrée sur la fiabilité des données nous a poussé à faire une analyse d'incertitude. Cette analyse d'incertitude repose sur la propagation de différentes valeurs probables (rendement, besoin en eau, période de retour des sécheresses, coûts, etc.) pour estimer un ensemble de valeurs probables de la VAN.

Elle permet de renforcer la robustesse de nos résultats malgré les données incertaines.

Perspectives et recommandations (clés d'avancement technique dans la réflexion autour des réusages de l'eau) :

Notre travail apporte des chiffres sur le cas précis de la commune de Clairac, cependant nous pouvons tirer des conclusions générales inhérentes aux projets de REUT :

- Notre méthodologie peut s'appliquer à différents types de projet visant à apporter des volumes d'eau supplémentaires au secteur agricole d'une région. Sous condition d'une adaptation à des spécificités locales, notre méthodologie peut être réutilisée pour d'autres projets de sécurisation de l'eau (REUT, optimisation des réseaux d'irrigation, recharge des nappes, etc).
- Une analyse spatiale est nécessaire pour ne pas passer à côté de potentiels coûts d'investissement. Dans notre cas, la localisation des parcelles ayant besoin d'eau ne correspond pas aux zones de recharges telles qu'elles ont été pensées lors de l'analyse de faisabilité du projet.
- L'échelle de la commune semble ne pas être la bonne pour établir un projet de REUT rentable. Un projet à plus grande échelle permettrait de mettre à disposition de l'eau pour plus de parcelles ce qui permettrait de sécuriser plus d'exploitations, diminuerait le coût par mètre cube et augmenterait les bénéfices potentiels du projet. Mais les coûts d'investissement de réseaux d'irrigation pour acheminer l'eau de REUT sont importants. Un facteur de rentabilité clé peut alors être la compacité des parcelles irriguées autour de la STEP, ou l'alimentation d'un réseau d'irrigation déjà existant (comme ce qui a pu se faire à Argelès-sur-Mer).
- Une limite de notre approche réside dans le fait que nous ne considérons pas les usages de l'eau rejetée par la station en temps normal (hors projet). Cette eau peut avoir un effet bénéfique pour les nappes en aval de la STEP ou être nécessaire au soutien d'étiage. La mise en place de la REUT engendrerait l'arrêt de ces points positifs associés au rejet des STEP, cela n'est pas comptabilisé dans notre étude et il serait intéressant de le faire.

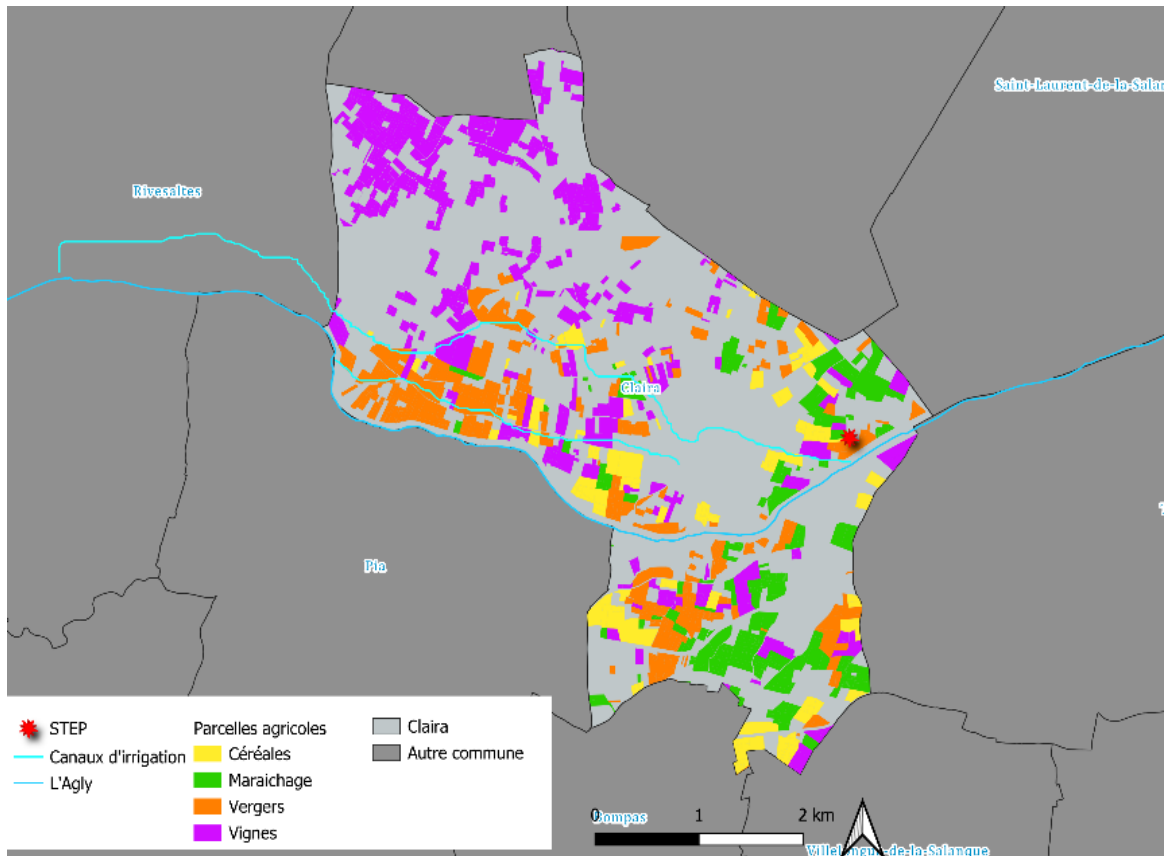


Figure 3 : Assolément sur la commune de Clairà

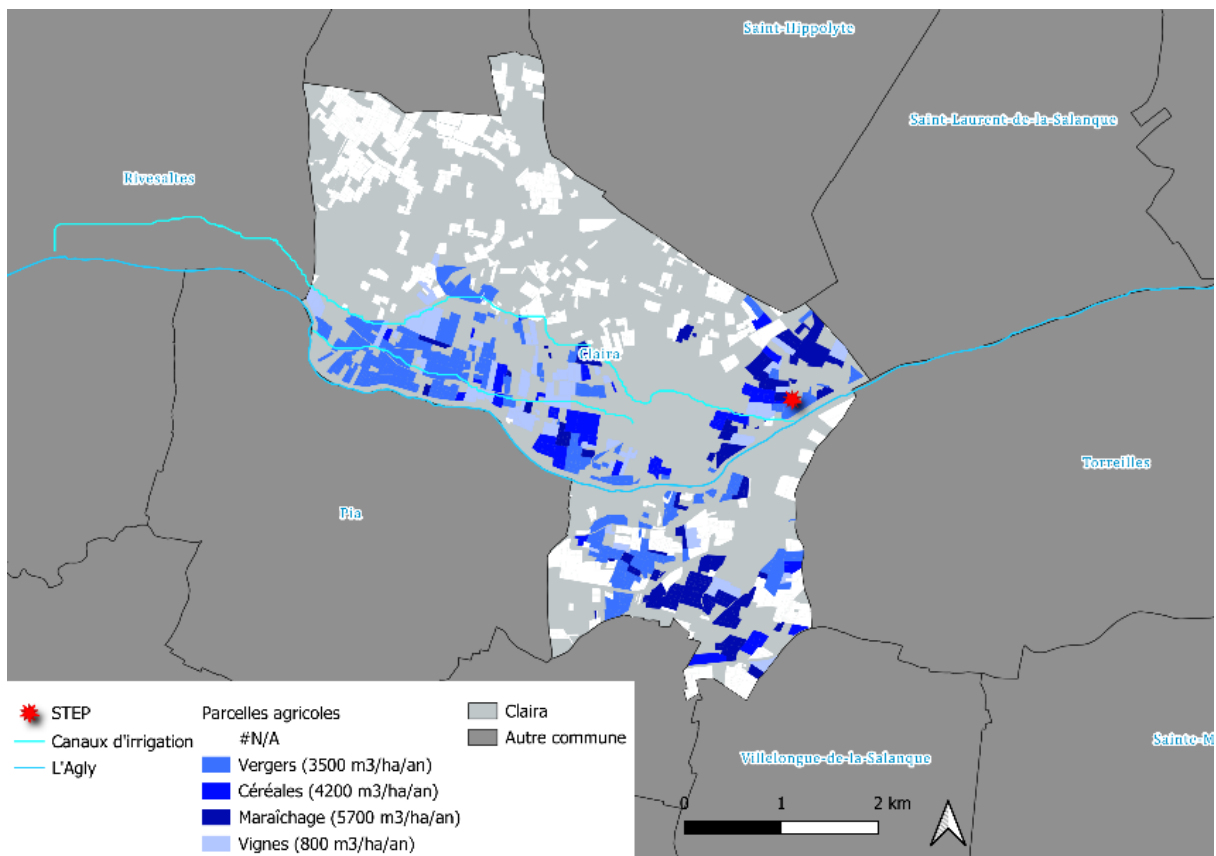


Figure 4 : Besoin en eau d'irrigation sur la commune de Clairà

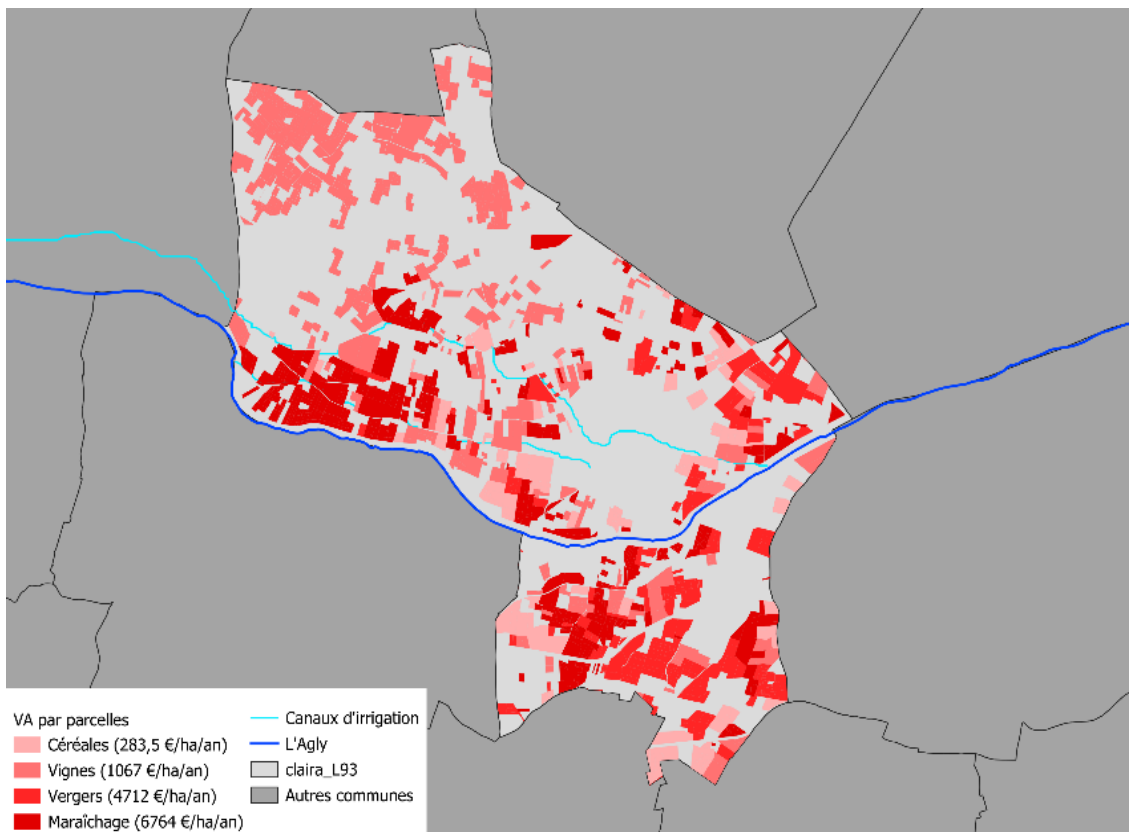


Figure 5 : Valeur ajoutée par parcelle

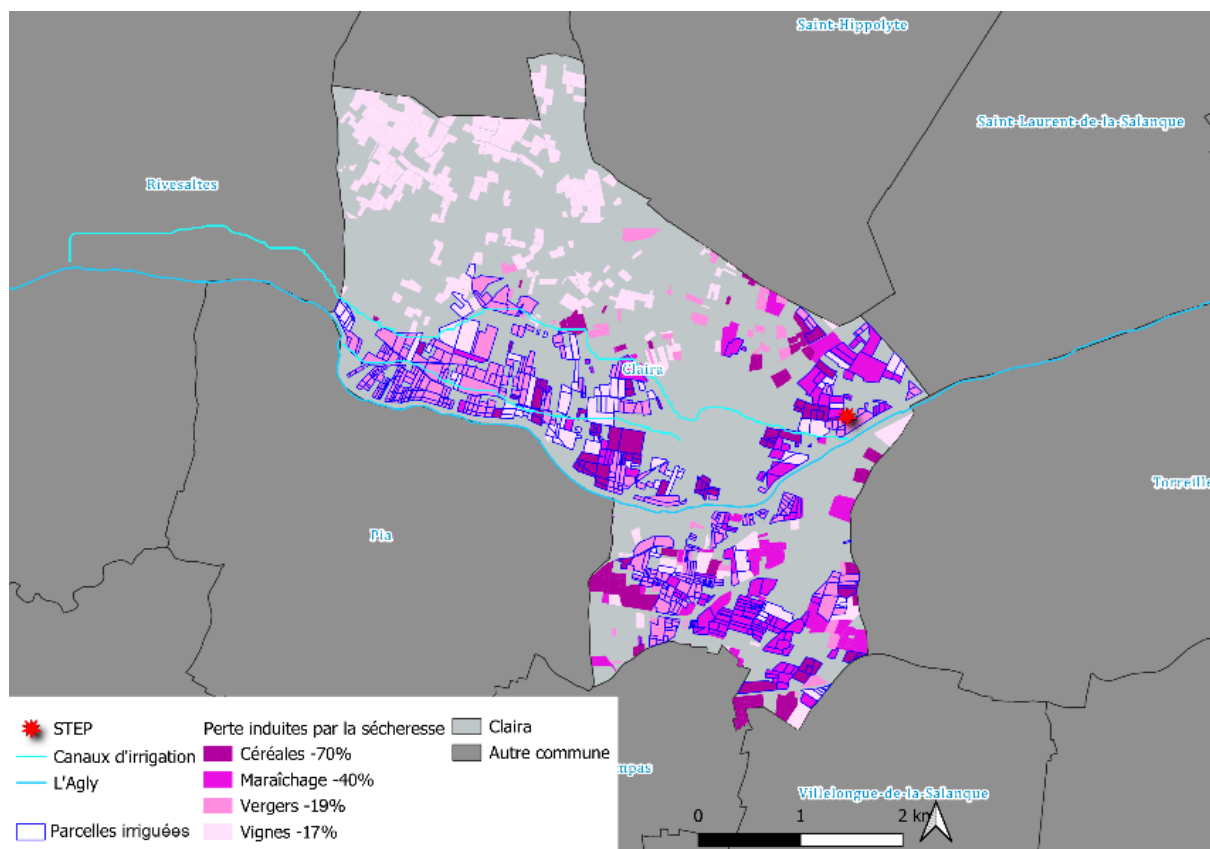


Figure 6 Perte économique induites par la sécheresse selon les parcelles