

Etude pour le renforcement des actions d'économies d'eau en irrigation dans le bassin Adour-Garonne

PHASE 1

Synthèses bibliographiques :
2 ► Équipements de précision hydro-économies

Etude réalisée par l'agence de l'eau Adour-Garonne
avec la collaboration de :

Sommaire

1. Description technico-économique et du contexte – Etat actuel	4
1.1 Les systèmes de régulation de l'avancement et modulateurs de doses du matériel d'irrigation (enrouleurs, pivots et rampes).....	5
1.1.1 Description technique	5
1.1.2 Coût du matériel	6
1.2 Systèmes de type brise-jet ou angles réglables sur canons	6
1.2.1 Description technique	6
1.2.2 Coût des équipements.....	7
1.3 L'automatisation des vannes de couvertures intégrales en grandes cultures ou de secteurs en arboriculture	9
1.4 L'irrigation de précision par cartographie parcellaire.....	9
2. Impacts des équipements de précision sur l'eau (quantité)	10
2.1 Impact du bon réglage des machines d'irrigation	10
2.2 Impact de la régulation électronique sur les économies d'eau.....	11
2.3 Impact des équipements de précision sur les économies d'eau	11
2.4 Impact de l'automatisation des vannes sur les économies d'eau.....	12
2.5 Conclusion sur les économies d'eau.....	12
3. Autres impacts agronomiques et environnementaux.....	13
4. Freins et leviers pour son développement	13
4.1 Freins au développement des équipements de précision	13
4.2 Leviers pour le développement :	13
5. Programmes de recherche et d'expérimentation.....	13
6. Analyse coût – efficacité de l'action	14
7. Eléments de développement potentiel (territoires, types d'exploitations...)	15
8. Bibliographie	16

Liste des fiches de synthèse des connaissances

Efficience de l'application

- AEE 1 - Développement du conseil en irrigation et outils de pilotage adaptés (logiciels, sondes...)

Efficience de la distribution

- AEE 2 - Equipements hydro-économies de précision
- AEE 3 – Changement matériels : enrouleurs remplacés par pivot ou rampe
- AEE 4 - Goutte à goutte en grandes cultures et cultures industrielles
- AEE 5 - Goutte à goutte et micro-aspersion en vergers

Efficience du transport

- AEE 6 – Optimisation et réduction des pertes des réseaux collectifs (encart : réseau individuel)

Modification des pratiques agricoles

- AEE 7 - Dates de semis, précocité et choix des variétés
- AEE 8 - Semis direct et couverts végétaux
- AEE 9 - Agroforesterie

Assolements & systèmes économies en eau

- AEE 10 - Substitution de culture de printemps irriguée par des cultures d'hiver ou de printemps

Note au lecteur

La fiche « action d'économie d'eau en irrigation », présentée ci-après, a pour objectif de synthétiser l'état des connaissances en matière d'économie d'eau en irrigation sur le bassin Adour-Garonne. Les divers sujets ont été répartis en 10 grands types d'actions, qui ont été traités de manière synthétique.

Les fiches ont été réalisées à partir de données publiées et mises à disposition du bureau d'études (bibliographie fournie par le comité de pilotage, complétée par les cabinets d'études), complétées par des entretiens d'acteurs. Cette synthèse n'avait pas pour objectif de produire de nouvelles références.

Les fiches représentent une étape de l'étude. La cible de cette synthèse est principalement interne et visent notamment à partager les connaissances entre les membres du comité de pilotage. Elles serviront de base à la suite du travail sur l'analyse des gisements et seront mobilisées pour la rédaction du rapport final à destination des instances de bassin.

Elles comprennent les points suivants : une description de l'action et de ses principales modalités, les économies d'eau possibles, les autres impacts agronomiques et environnementaux, les freins et leviers pour son développement, une analyse coût-efficacité et des éléments sur les potentiels de développement de l'action sur le bassin Adour-Garonne.

1. Description technico-économique et du contexte – Etat actuel

Les matériels et les équipements utilisés en irrigation évoluent régulièrement pour permettre une meilleure utilisation de l'eau d'irrigation. Ces évolutions suivent les progrès technologiques dans tous les domaines, tels que l'électrotechnique et les Nouvelles Technologies de l'Information et de la Communication (NTIC).

En matière d'irrigation, ces développements technologiques portent sur une amélioration de la précision des apports d'eau sur la parcelle pour :

- Limiter les apports d'eau en dehors des bordures de la parcelle (dont les routes, les cultures voisines et les obstacles) et réduire les effets du vent entraînant des pertes par dérive ;
- Mieux répartir l'eau d'irrigation par une régulation électronique précise, voire par une cartographie des rendements intra-parcellaire ;
- Faciliter l'automatisation des couvertures intégrales.

Les divers équipements de précision existants sont :

- Les systèmes de régulation électronique d'avancement des enrouleurs, en particulier dans les zones de transition (début et fin de position des enrouleurs), et les systèmes de variations de dose sur pivot et rampe (par régulation de l'avancement et/ou ouverture et fermetures des électrovannes de tronçons) ;
- Les systèmes brise-jet ou angles réglables sur les canons ;
- L'irrigation de précision à la parcelle ;
- Les vannes programmables pour automatisation des couvertures intégrales ou de l'irrigation par aspersion sur ou sous frondaison en arboriculture, facilitant l'ouverture et la fermeture des tronçons au plus proche des besoins.

Ces équipements répondent également à une évolution technologique et une simplification de la main d'œuvre et une amélioration du confort de travail, en même temps qu'à une amélioration des apports d'eau sur les parcelles et/ou l'évitement de gaspillages. Les outils de télégestion à distance (ouverture / fermeture, marche/arrêt, alarmes, etc.) permettent d'améliorer le confort d'utilisation des matériels d'irrigation en réduisant les contraintes de disponibilité sur site pour certaines opérations. Dans ce cadre, ils peuvent contribuer à réduire les gaspillages d'eau et faciliter le pilotage du matériel d'irrigation. Les économies d'eau éventuellement engendrées n'ont pas fait l'objet d'évaluation.

D'autres types d'équipements de précision existent (buses basse pression, cannes de descente sur pivots, variateur de fréquence sur les moteurs de pompes...), mais ils n'ont pas à notre connaissance d'impact sur la consommation d'eau et ne sont donc pas présentées ici.

1.1 Les systèmes de régulation de l'avancement et modulateurs de doses du matériel d'irrigation (enrouleurs, pivots et rampes)

1.1.1 Description technique

Les systèmes de régulation de l'avancement des enrouleurs, et les modulateurs de dose des pivots ou des rampes ont pour rôle d'assurer l'apport d'une dose régulière d'eau sur la parcelle, au cours du déplacement de la machine d'arrosage. Ils peuvent aussi à l'inverse du principe précédent de régularité des apports, moduler les apports d'eau dans des sections de parcelles connues pour leur plus fort/plus faible potentiel de rendement (hétérogénéité de sols des parcelles). Les principes sont décrits succinctement dans les paragraphes suivants.

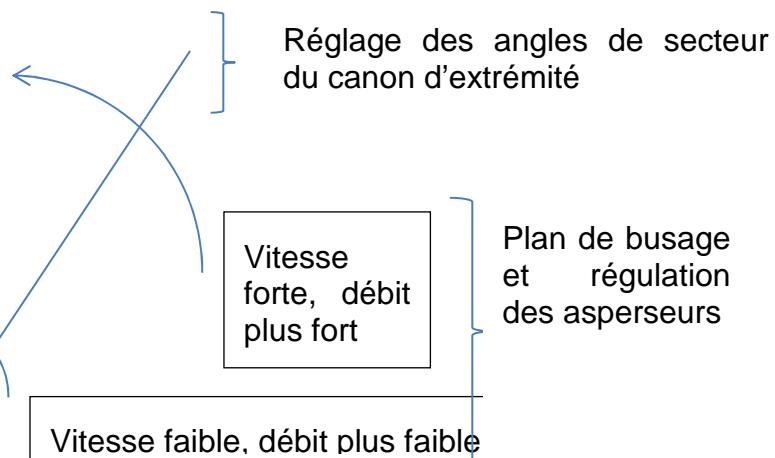
Sur un enrouleur, l'enroulement du tube polyéthylène sur la bobine par couches successives engendre un avancement plus rapide si la vitesse de la bobine est constante. L'enroulement est aussi plus rapide avec la diminution des pertes par frottement du tuyau sur le sol au fur et à mesure de son enroulement.

La régulation électronique sur les enrouleurs (Chambre Agriculture Pays de la Loire, 2015) permet la régulation de la vitesse d'enroulement du tuyau (avec éventuellement la possibilité de programmer les doses – par la vitesse d'enroulement – par zone longitudinale), les temporisations de départ et d'arrivée (pour gérer les débuts et fin d'enroulement, en complément des équipements spécifiques du canon), le démarrage différé de l'appareil (pour coordonner les changements de position afin d'éviter les arrêts de station de pompage), les dispositifs d'alarmes (avec alerte par SMS si relié au réseau GSM).

Sur un pivot, il s'agit de modifier la dose d'eau des secteurs selon la surface couverte par chacun lors de la rotation du pivot. La répartition équitable de l'eau par portion est obtenue par le « plan de busage » (qui permet de distribuer un débit plus faible à proximité de l'axe car la surface à arroser est plus petite) et les régulateurs de pression des arroseurs pour la partie sous pivot, et le bon réglage des angles de secteur du canon d'extrémité. La modification de la vitesse de rotation du pivot permet d'ajuster la dose à apporter.



Axe du pivot



Sur une rampe frontale, une fois la répartition latérale réglée et contrôlée, il s'agit de réguler l'avancement de la rampe dans le sens longitudinal ce qui s'effectue par la rotation des roues du chariot porteur de la rampe.

En synthèse, les difficultés potentielles de régulation de l'avancement sont surtout sur les enrouleurs, de par le système canon-enroulement du tube sur une bobine, et dû aussi au fait qu'ils sont utilisés dans des situations variables selon leurs déplacements d'une position ou d'une parcelle à l'autre.

Certaines régulations permettent de modifier la dose d'irrigation le long de l'avancement du canon (Exemple : IRRIDOSEUR de chez IRRIFRANCE), en définissant des programmes qui augmentent ou diminuent la vitesse d'enroulement sur certaines portions sur lesquelles l'agriculteur décide de doser différemment (par exemple à cause d'un type de sol ou d'un état de développement différent de la culture). Ces régulations plus précises sont plus intéressantes du point de vue de l'optimisation des apports d'eau selon les besoins des cultures, mais leur usage n'a d'utilité que sur les parcelles hétérogènes.

1.1.2 Coût du matériel

La régulation électronique est aujourd'hui installée en série sur le matériel d'irrigation. Les kits pour équiper les enrouleurs anciens coûtent entre 2 000 et 2 500€, ce qui coûte plus cher que le rachat d'une machine d'occasion équipée d'origine (prix estimé de 3 000 € pour un enrouleur).

Cependant, l'équipement le plus efficace pour permettre des économies d'eau, comme la programmation des doses d'irrigation par zones sur enrouleur, est en option et aucune information sur le coût de cette option n'a été trouvée dans la bibliographie.

1.2 Systèmes de type brise-jet ou angles réglables sur canons

1.2.1 Description technique

Trois catégories de systèmes de type brise-jet ou d'angles réglables sur les canons existent (Chambre d'Agriculture des Pays de la Loire, 2015) et peuvent être combinés :

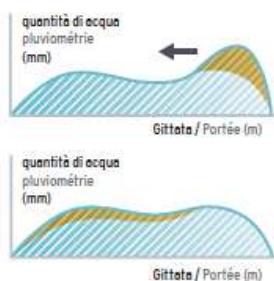
- Système de brise-jet : des pointes pénètrent dans le jet pour en réduire la portée (Gun Corner de Di Palma, Rain Control de Beinlich ou Dynamic Jet Breaker de Komet) ;
- Système d'inversion de balayage : retourne automatiquement le canon en fin de position d'enrouleur pour éviter les apports hors parcelle (Auto Revers de Ets Pommier, Control Jet de Labi, Rotor Kit de Sime ou Vector de Komet) ;
- Système d'ajustement de l'angle de balayage en cours d'enroulement : l'angle de balayage du canon diffère selon l'avancement de la bobine, permettant d'ajuster la distance à l'axe central (, Gun Corner de Dipalma).

Ces équipements complémentaires s'ajoutent à l'équipement de base (canon de l'enrouleur ou potentiellement du pivot bien que il s'agit généralement d'un système automatique de marche/arrêt). Ils sont proposés en option par les vendeurs de matériels. Selon les marques et modèles, ils peuvent être ajoutés sur des canons existants, ou installés en compléments de l'équipement de base de même marque.



Figure 1 : différents systèmes de brise-jet : Gun Corner (Di Palma), Auto Revers (Pommier), Brise-jet dynamique (Komet)

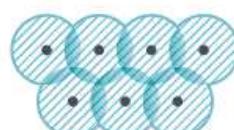
Effet du brise-jet dynamique avec basse pression



Effet du brise-jet dynamique dans les installations fixes

Profilo schematico di distribuzione dell'acqua **senza** spartiacqua
Vue de profil de la distribution d'eau **sans** le brise-jet.

Vista dall'alto / Vue de dessus



Profilo schematico di distribuzione dell'acqua **con** spartiacqua
Vue de profil de la distribution d'eau **avec** le brise-jet.

Sistema fisso **senza** spartiacqua
Installation fixe **sans** brise-jet.



Sistema fisso **con** spartiacqua
Installation fixe **avec** brise-jet.

Figure 2 : Effet d'un brise-jet sur la répartition de l'eau (document Internet Komet)

Par ailleurs, des systèmes de régulation assujettie à la vitesse du vent existent aussi. Selon la vitesse du vent paramétrée par l'utilisateur, les largeurs d'arrosage sont automatiquement ajustées en modifiant l'inclinaison du canon.



Figure 3 : Système de contrôle du vent (Wind Control de Di Palma)

1.2.2 Coût des équipements

Concernant les équipements de précision pour les canons, le coût est compris entre 1 800 et 4 000 € selon la marque et le nombre d'option prises par l'agriculteur (Chambre d'Agriculture des Pays de la Loire, 2015) (Chambre Agriculture Centre- CUMA Centre,

2011). Chaque option coûte environ 500 €, auquel il faut ajouter le système de programmation.

Il aurait été intéressant, de considérer ces coûts d'investissement par hectare et de les comparer avec ceux pour un canon « classique ». Cette comparaison n'a pas été trouvée dans la bibliographie, nous avons donc fait les hypothèses suivantes pour réaliser le calcul :

- Coût d'un canon standard estimé à environ 500 à 1 100 €HT (d'après les informations trouvées sur les sites de vendeurs de matériel) ;
- Coût d'amortissement sur 7 ans¹ ;
- Utilisation d'un enrouleur sur 10 ha (le nombre d'hectares irrigués par un enrouleur dépend des caractéristiques techniques du matériel, des caractéristiques du point de prélèvement et de la stratégie d'irrigation de l'exploitant irrigant).

Canon	Standard	Avec équipements de précision				
		Système brise-jet avec système de programmation	Inversion de balayage (option)	Esquive latérale (option)	Ajustement de l'angle (option)	Total
Coût (€)	500-1 100	1 800	500	500	500	3 300
Coût/ha/an	7-16	26	7	7	7	47

Tableau 1 : comparaison des coûts d'amortissement d'un canon standard et d'un canon avec équipements de précision sur une surface irriguée de 10 ha

Le coût d'investissement dans un canon tout équipé est entre 3 et 7 fois plus élevé que pour un canon standard, et le canon avec brise-jet est 1.5 à 3 fois plus cher qu'un canon standard. Cette différence devrait être mise en perspective avec la réduction de gaspillage d'eau et d'énergie, les améliorations de rendement potentiel en bout et au coin de parcelles, etc. Cependant, ce chiffrage n'a pas été trouvé dans la bibliographie.

Ces options d'irrigation de précision présentent plusieurs intérêts pour l'agriculteur, notamment (Chambre Agriculture Centre- CUMA Centre, 2011), (Chambre d'Agriculture des Pays de la Loire, Janvier 2015), (Chambre d'Agriculture des Landes, 2015) :

- Elles améliorent l'image de l'agriculture vis-à-vis du monde non-agricole en supprimant l'arrosage des alentours de la parcelle (routes, bois, maisons, pylônes électriques, etc.) ;
- En général ces équipements facilitent le travail de l'agriculteur (gain de temps et de confort) en automatisant certains procédés contraignant, fatigant et/ou salissant ;
- Les équipements de brise-jet et les régulations électroniques limitent fortement les interventions manuelles sur l'enrouleur.

¹ durée généralement admise pour le matériel en irrigation (LERAY, 2010)

Encadré 1 : un gain de temps de travail grâce à l'utilisation du brise-jet

Jean-Pierre Saint Pé, agriculteur à Aire-sur-l'Adour a équipé ses enrouleurs de brise-jet. Sur le site d' « innov'Action² », il partage son expérience, en soulignant le gain de temps de travail obtenu grâce à cet équipement : « *Avant, compte tenu que mes parcelles sont biscornues, je devais faire des réglages spécifiques de mon enrouleur pour limiter l'arrosage des bois en bordure de parcelles ou le champ du voisin. Il me fallait beaucoup de temps pour toutes ces allées et venues sur les parcelles et de nombreuses interventions pour chacun des 7 à 10 tours d'irrigation que je fais sur ces terres d'alluvions. Au début, il faut s'approprier le fonctionnement de ce matériel, mais maintenant avec le brise-jet, je gagne 20 minutes sur la temporisation en début de position et environ 10 minutes à celle de fin.* »

1.3 L'automatisation des vannes de couvertures intégrales en grandes cultures ou de secteurs en arboriculture

L'irrigation par couverture intégrale ou en arboriculture est effectuée par un quadrillage d'asperseurs (ou par des lignes de distribution en arboriculture) disposé de manière ad'hoc pour couvrir au mieux la surface à irriguer. Le système est composé d'un réseau de distribution primaire, secondaire et tertiaire organisé en tronçons, équipés de vannes dont l'ouverture et la fermeture peut être pilotée par des électrovannes commandées à distance.

La principale contrainte est une question de main d'œuvre et de disponibilité pour le changement de tronçons. En grandes cultures, la durée d'une position (d'enrouleur par exemple) pouvant être de 6 à 8 heures, les dépassements de durée des positions semblent relativement peu excessifs. La technologie étant largement aussi utilisée en arboriculture (c'est le système dominant d'irrigation à 70-80%), d'après les entretiens d'acteurs agricoles, le surdosage de l'irrigation sur frondaison est assez fréquent pour des raisons historiques d'organisation du travail et de main d'œuvre, de l'intérêt limité des économies d'eau du point de vue agronomique et économique, et de « non-prise » de risque sur la qualité des fruits.

Le gain d'économie d'eau permis par ces équipements est l'arrêt – et le démarrage - au bon moment de l'irrigation, évitant ainsi le surdosage. Nous n'avons pas de bibliographie spécifique sur le gain permis par l'automatisation des tronçons, en grandes cultures comme en arboriculture.

1.4 L'irrigation de précision par cartographie parcellaire

L'irrigation de précision s'attache à apporter la bonne dose d'eau au sein de la parcelle au bon moment, selon une cartographie des besoins intra-parcellaire qui est sensée être modulée soit à partir du rendement potentiel basé sur l'historique (rendement réel de la culture, mesuré au moment de la récolte précédente, soit à partir du développement de la culture mesurée par capteur de plante (grossissement de tiges,...) ou par image (satellite, drone). La dose peut aussi être modulée à partir de cartes de réserves utiles des sols réalisées à l'aide de mesures de résistivité / conductivité des sols.

Cependant, **ces technologies ne sont pas encore opérationnelles** (Gendre, 2015) car elles nécessitent la mise en synergie de métiers différents et donc des consortiums entre les fabricants de capteurs, les fabricants de machines, les producteurs de logiciels de cartographie, les fournisseurs de services et les agronomes. Aux USA, les technologies de

² <http://www.innovaction-agriculture.fr>

cartographie parcellaire pour l'irrigation restent marginales car les services requis ne sont pas en place.

La technique d'irrigation de précision selon la cartographie parcellaire est encore peu développé en Europe et les coûts d'investissement et le retour sur investissement est encore mal connu (Molle, 2014).

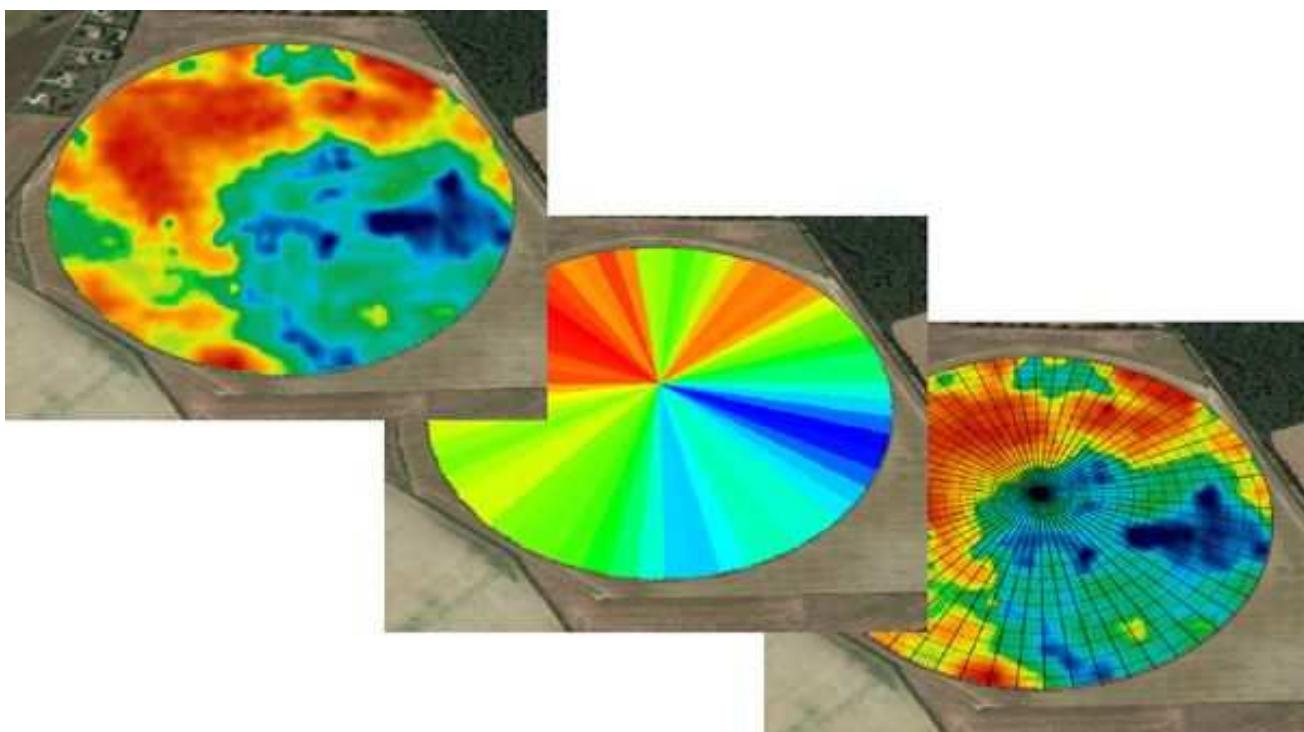


Figure 4 : Exemple de cartographie intra-parcellaire et d'adaptation de l'eau apportée sur un pivot (DELORME, 2016) ®

2. Impacts des équipements de précision sur l'eau (quantité)

2.1 Impact du bon réglage des machines d'irrigation

Les bons réglages des machines d'arrosage (enrouleur, pivot, rampe) et une surveillance adaptés aux parcelles, positions et conditions de vent sont des pratiques indispensables pour une irrigation maîtrisée.

Les tests et contrôles sur le terrain effectués par les techniciens « irrigation » (par exemple, ceux des Chambres d'agriculture d'Aquitaine dans le cadre du programme ATIA (Chambre d'agriculture d'Aquitaine, 2011) mettent en évidence que les mauvais réglages subsistent chez les agriculteurs. En particulier, pour les enrouleurs ; il est observé que :

- Une fois sur 2, les intervalles de passage ne sont pas respectés, ce qui implique des surdosages au croisement de 2 passages ;
- 4 canons sur 5 ont un angle d'arrosage mal réglé ;
- La vitesse d'avancement entre le début et la fin de l'enroulement de la bobine doit être dans la plage de tolérance, sans indication de cet écart.

Selon ces techniciens ces mauvais réglages induisent jusqu'à 30 % de variation de dose, en plus ou en moins, vis-à-vis de la dose souhaitée, ce qui amène une hétérogénéité de

l'apport sur la parcelle, avec des zones sous-irriguée ou sur-irriguée et qui, plus globalement, peut générer des surconsommations d'eau.

Des cartographies de ces dosages ont pu être établies par l'IRSTEA dans le cadre du programme EAU Midi-Pyrénées, en particulier pour mesurer l'impact du vent (RUELLE, 2011). Elles indiquent les surdosages d'apport de +20 à +30 mm à certains endroits, en particulier lors de re-croisements entre deux positions.

Des méthodes de vérification des bons réglages des enrouleurs, des pivots ou des rampes sont disponibles auprès de ces conseillers indépendants, comme les vendeurs de matériels.

Si toutes les machines d'arrosage étaient correctement réglées, des économies d'eau conséquentes seraient certainement constatées. Cependant, nous ne disposons pas d'étude chiffrant ce potentiel à une échelle territoriale.

2.2 Impact de la régulation électronique sur les économies d'eau

La programmation des doses d'irrigation des enrouleurs par zones pourrait être considérée comme la fonction la plus efficace pour bien ajuster les apports d'eau : 5 à 10% selon Chambre Agriculture Pays de la Loire, 2015, pour les situations de variabilité intra-parcellaire des apports. Concernant la régulation électronique de « base », elle est développée sur les matériels d'irrigation depuis le début des années 90 et aujourd'hui systématiquement installée sur tous les matériels neufs. Cependant, selon la Chambre Régionale d'Agriculture et la CUMA Centre (2011), cette programmation des doses est pour le moment insuffisamment valorisée.

Enfin, compte tenu de l'âge du parc de matériels d'irrigation et de l'usage effectif de ceux-ci dans les exploitations, à notre connaissance, la proportion de machines équipées et utilisées n'est pas connue. Un inventaire plus précis des matériels serait utile, d'autant plus s'il est combiné avec les modalités d'usage par les agriculteurs des diverses options possibles.

2.3 Impact des équipements de précision sur les économies d'eau

Les économies d'eau permises par les équipements de précision (systèmes de brise-jet et options) n'ont pas fait à notre connaissance l'objet d'expérimentations ou de suivi comparatif avec les pratiques des agriculteurs (comparaison avant/après). D'après les documents de synthèse des Chambres d'Agriculture Centre (Chambre Agriculture Centre-CUMA Centre, 2011) et des Pays de la Loire (Chambre d'Agriculture des Pays de la Loire, 2015), les valeurs annoncées sont comprises entre 5 % à 15 % d'économies d'eau sur la parcelle. A noter que ces chiffres doivent être pris avec précaution étant donné que ces deux références sont hors Adour Garonne et que l'origine des sources utilisées dans ces plaquettes n'a pu être identifiée.

D'après l'IRTSEA (dires d'expert), on peut attendre une économie d'eau par ces équipements de précision de 5 à 10 % sur le bassin Adour-Garonne, et plutôt 10 à 15 % en zone ventée de la vallée du Rhône.

L'évaluation des économies d'eau est cependant très dépendante des formes de parcelles et de la longueur et du nombre de positions de l'enrouleur, ainsi que des conditions de vent (risque de dérive). Par conséquent, l'utilité des équipements des canons est variable selon les parcellaires : dans le cas des parcelles carrées ou rectangulaires, les effets de

bordures et les obstacles sont généralement moins fréquents et ne nécessitent donc pas l'utilisation de ce type de matériel. Par contre, pour les parcelles poly-formes, les gains de bordures sont effectifs et peuvent justifier l'utilisation de ces systèmes pour réaliser des économies d'eau. D'après la fiche Innov-Action de la Chambre d'agriculture d'Aquitaine, l'agriculteur faisant l'objet de la fiche et ayant acquis un système de brise-jet, économise 10 à 15 % d'eau grâce à cette technologie avec des parcelles très poly-formes et des routes. Dans tous les cas, l'homogénéité de la répartition intra-parcellaire est un avantage systématique d'efficacité de l'application, permis par les équipements, leurs bons réglages et la régulation électronique d'avancement.

2.4 Impact de l'automatisation des vannes sur les économies d'eau

Concernant l'automatisation des vannes des couvertures intégrales, les économies d'eau proviennent de surdosage dû à une position trop longue. Dans la bibliographie mise à notre disposition, nous n'avons pas trouvé de données sur les économies d'eau permises par l'automatisation des électrovannes des couvertures intégrales. Cependant, un dépassement de 30 min sur une position de 6 heures engendre + 8% de temps donc d'apports d'eau.

2.5 Conclusion sur les économies d'eau

Nous n'avons pas trouvé de résultats d'expérimentation ou de test de ces matériels indiquant les économies d'eau qu'ils permettent. La bibliographie (cf. ci-dessus) indique une plage d'économie d'eau de 5 à 15% pour les équipements de type brise-jet. Cette absence de valeur généralisable résulte surtout des parcellaires très hétérogènes.

Les économies d'eau permises par ces matériels sont relativement mal connues. L'étude en cours, menée par l'IRSTEA pour le compte du MAAF, intitulée « Expertise des potentialités d'économies d'eau au travers de la modernisation des systèmes et installations d'irrigation à la parcelle » devrait permettre de combler ce manque de connaissances.

A noter qu'il existe également une mauvaise connaissance de la proportion d'agriculteurs utilisant les bons réglages des machines, et la diversité des situations de terrain.

L'irrigation de précision (basée sur la cartographie des rendements intra-parcellaire) quant à elle peut offrir des possibilités d'économies d'eau et l'amélioration de l'efficience de l'eau. Elle nécessite encore des développements expérimentaux avant de pouvoir se développer. Elle pourra utilement compléter les autres apports d'intrants sur la parcelle, dont la fertilisation. Des recherches et expérimentations sont aussi en cours ³pour combiner les apports de fertilisants à ceux de l'irrigation. On notera que certains effluents liquides d'élevage (lisiers dilués) sont épandus par des machines d'irrigation (rampe ou parfois canon sur enrouleur, alimenté directement par pompage dans la fosse de stockage).

³ Exemple de travaux recensés : Société HAIFA France, basée à Lunel-Viel : Fertirrigation et irrigation fertilisante : un outil pour la gestion efficace des engrains et de l'eau, Prof Uzi Kafkaki et Dr Jorge Tarchitzky, signalés par Chambre régionale d'Agriculture.

3. Autres impacts agronomiques et environnementaux

Au-delà de l'économie d'eau, il s'agit aussi, en optimisant les apports au sein de la parcelle en évitant les doublements (croisement d'apports entraînant des surdosages), d'apporter l'eau de manière plus homogène, ce qui amène un gain d'efficacité de l'application et de manière associée une meilleure production de biomasse végétale et de rendement. A noter aussi que, inversement, certaines zones peuvent être sous-dosées, ce qui peut pénaliser le rendement.

4. Freins et leviers pour son développement

4.1 Freins au développement des équipements de précision

- Méconnaissance de ces équipements et de leurs avantages par les agriculteurs.
- Les régulations électroniques sont maintenant disponibles sur toutes les machines. Cependant, les possibilités permises diffèrent selon les matériels. Les régulations les plus efficaces en termes d'économie d'eau (programmation des doses par zone) sont souvent en option. Compte tenu de leurs coûts, cette option est rarement choisie par les agriculteurs lors des achats. Dans les parcelles hétérogènes (formes, pentes, type de sol...), ce type de régulation serait très pertinent à développer.
- Coût / rentabilité à l'hectare réservant ces équipements supplémentaires à des situations particulières.

4.2 Leviers pour le développement :

- Pour les matériels en option (type brise-jet, etc), ils représentent un coût d'investissement modéré, en particulier dans le cas des matériels anciens.
- Restaurer l'image de l'agriculture en limitant les arrosages hors parcelles
- Action assez peu complexe d'un point de vue technique (dépend quand même du type de matériel)
- Existence d'autres avantages liés à l'utilisation de ce type de matériel et de régulation performante : gain potentiel de temps (selon les types d'équipements), amélioration de l'homogénéisation des rendements
- Des aides à l'investissement existent pour ce type d'équipements, dans le cadre des PDR Aquitaine, Midi-Pyrénées et Poitou-Charentes (Taux d'aide à 40%). Modalités et conditions d'accès détaillées en tâche 3.

5. Programmes de recherche et d'expérimentation

A notre connaissance, il n'y a pas de programme de recherche publique ou d'expérimentation sur ces équipements de précision. Des programmes d'aide au pilotage à partir d'images satellites ont été recensés : programme Telerieg⁴ dont l'ACMG était partenaire. Les constructeurs font évoluer leurs offres techniques et commerciales et y

⁴ <http://www.adaptaclima.eu/fr/telerieg-utilisation-de-la-teledetection-pour-des-recommandations-et-le-suivi-des-pratiques-irrigation/>

insèrent progressivement des améliorations technologiques. L'IRSTEA a entre autre une mission d'essais sous protocole normalisé pour les matériels neufs d'aspersion, portant sur leur caractérisation. Une étude nationale du Ministère de l'Agriculture (effectuée par l'IRSTEA) est en cours sur les performances des matériels hydro-économies. Elle doit permettre de synthétiser les performances actuelles d'économies d'eau. La fin de l'étude est prévue pour 2017.

6. Analyse coût – efficacité de l'action

Les coûts d'investissement dans des équipements de précision pour les canons des enrouleurs sont raisonnables relativement au coût total du matériel d'irrigation, mais la rentabilité de l'investissement n'a pas ou peu suffisamment été démontrée et par conséquent n'attire pas beaucoup les agriculteurs.

Les investissements dans du matériel de type brise-jets ou angles réglables sont intéressants pour générer des économies d'eau dans certaines configurations d'exploitations agricoles seulement. En particulier, les agriculteurs vont investir dans ce type de matériel :

- Pour limiter voire supprimer les arrosages de routes fréquentées ou du voisinage résidentiel de l'exploitation agricole ;
- Pour améliorer le confort d'utilisation de l'enrouleur et gagner du temps de travail dans les parcelles non rectilignes.

Mais les économies d'eau potentielles qui seraient permises par un meilleur réglage ne sont pas évaluées. Ainsi, un préalable à la mise en place d'actions pour favoriser sa promotion, serait de mieux connaître les pratiques réelles des agriculteurs en ce qui concerne les réglages des machines d'arrosage. Une enquête (de type sondage) auprès des agriculteurs des différents territoires du bassin Adour-Garonne pourrait permettre de qualifier les modalités de réglages des machines et les besoins en amélioration de ceux-ci. Actuellement, la seule enquête existante sur les pratiques correspond à l'enquête « pratiques culturales » effectuée régulièrement par le Ministère en charge de l'agriculture. La dernière enquête date de 2011 et les résultats sur les pratiques d'irrigation ne concernent que le maïs grain. La réalisation de cette enquête permettrait d'analyser la nécessité de mettre en place des actions pour améliorer le réglage des machines.

Si des actions se révèlent nécessaires, les activités suivantes représentent des pistes à amplifier ou étudier :

- Utilisation des bulletins collectifs d'irrigation comme vecteur pour diffuser des messages vers les agriculteurs sur l'intérêt du réglage du matériel (existe déjà assez régulièrement),
- Développement de la réalisation de diagnostic de matériel d'irrigation et de démonstrations de réglages des matériels au champ (à amplifier) ;
- Ajouter comme critère de sélection, la preuve de la réalisation d'un diagnostic du matériel et de son réglage dans le cadre des aides à l'investissement du FEADER sur les équipements hydro-économies (à étudier).

Par ailleurs, les matériels d'aujourd'hui sont plus performants que les anciens matériels et plus facilement réglables et programmables. Poursuivre le renouvellement du parc de machines d'arrosage en focalisant en particulier sur les équipements anciens peut permettre des économies d'eau.

7. Eléments de développement potentiel (territoires, types d'exploitations...)

Les brise-jets sont particulièrement adaptés aux systèmes d'irrigation par enrouleur, et peuvent aussi être installés en bout de pivots. Ces équipements de précision et les régulations électroniques performantes peuvent être développés sur tous les enrouleurs. Ils sont utilisables dans toutes les zones géographiques.

Nous n'avons pas trouvé d'information sur le nombre d'enrouleurs équipés, ni le nombre d'exploitations agricoles qui en auraient. L'analyse des dossiers d'aides à l'investissement de l'Agence de l'Eau Adour-Garonne dans le cadre des programmes européens régionaux sur la période 2007-2014 indique que 760 agriculteurs ont été aidés pour les équipements hydro-économies et/ou les outils de pilotage. Le matériel hydro-économique représente environ 80% des dossiers, aussi bien en nombre de dossiers qu'en montant d'aides. Cela représente env. 3% des 24 000 exploitations qui ont irrigué en 2010.

En conclusion, dans le cadre de l'évaluation du gisement potentiel d'économie d'eau permis par cette action, dans la tâche 3 de cette étude, nous proposons de retenir, sur la base des apports moyens sur le maïs effectués avec un enrouleur :

- par l'installation des systèmes de type brise-jet / réglages des angles, une économie d'eau de 2,5 %. Ce chiffre est inférieur à celui proposé par la littérature, dans la mesure où les économies d'eau seront obtenues uniquement sur les parcelles poly-formes ; en l'absence de données sur la forme des parcelles, nous considérons que un quart des parcelles peuvent être concernées. Il est possible de prévoir une valeur variable pour l'exercice d'extrapolation et adaptable selon les territoires.
- par l'installation et l'utilisation des régulations électroniques d'avancement sur les enrouleurs anciens et une meilleure utilisation de celle-ci en général, avec programmation par zone, une économie d'eau de 5 %. On considère ici que tous les enrouleurs neufs vendus depuis 2011 sont équipés de régulation électronique (Chambre Agriculture Centre- CUMA Centre, 2011).

Ces hypothèses seront discutées en comité technique et en comité de pilotage.

8. Bibliographie

- Chambre Agriculture Centre- CUMA Centre. (2011, Décembre). Matériel d'irrigation grandes cultures : quelles pistes pour économiser l'eau ? 8.
- Chambre Agriculture Pays de la Loire. (2015, Janvier). La régulation électronique. 1.
- Chambre d'agriculture d'Aquitaine. (2011). Appui Technique aux Irrigants d'Aquitaine: Maîtriser l'irrigation par couverture intégrale. (C. d. d'Aquitaine, Éd.)
- Chambre d'agriculture d'Aquitaine. (2011). Appui Technique aux Irrigants d'Aquitaine: Maîtriser l'irrigation par enrouleur.
- Chambre d'agriculture d'Aquitaine. (2011). Appui Technique aux Irrigants d'Aquitaine: Maîtriser l'irrigation par pivot et rampe frontale. (C. d. d'Aquitaine, Éd.)
- Chambre d'Agriculture des Landes. (2015). Irriguer avec un enrouleur équipé d'un brise-jet. *Innov'actions* .
- Chambre d'Agriculture des Pays de la Loire. (2015, Janvier). Le canon "intelligent".
- DELORME. (2016, 04). *Moduler la pluviométrie*. Consulté le 2016, sur <http://www.entrain.com/a/2016/04/11/productions-energies/cultures/moduler-la-pluviometrie>
- Gendre, M. L. (2015). Matériel d'irrigation et économie d'eau. *Economies d'eau dans les exploitations agricoles irrigantes : enjeux et perspectives*. Séminaire thématique UMT Eau 9/04/2015.
- Granier, J. M. (2004). Optimisation des réglages et de l'utilisation des systèmes d'irrigation par canon-enrouleur. *Ingénieries* , pp. p. 131-147.
- MOLLE, B. (2015, Mars 1). Colloque « eau et agriculture durable ». Choix des matériels d'irrigation en fonction de leurs performances – Des adaptations possibles pour une meilleure maîtrise des arrosages. 1-7.
- Molle, B. D. (2014). Colloque Irrigation: "Gagner en performance avec son système d'irrigation".
- RUELLE, G. H. (2011). Efficience de l'eau à l'échelle de l'exploitation agricole. *CASDAR EAU Midi-Pyrénées : Colloque de restitution - 26/05/2011 Ondes*.