



AGENCE DE L'EAU
ADOUR-GARONNE

ETABLISSEMENT PUBLIC DU MINISTÈRE
DU DÉVELOPPEMENT DURABLE

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

PHASE 1

Synthèses bibliographiques :
3 ► Remplacement des enrouleurs par
des pivots ou des rampes

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



Sommaire

1 Description technique et du contexte – Etat actuel	4
2 Quantification des économies d'eau.....	5
3 Autres impacts agronomiques et environnementaux.....	7
4 Analyse économique	7
4.1 Montant des investissements et des charges fixes annuelles	7
4.1.1 Comparaison des charges fixes annuelles : pivot et canons sur enrouleur.....	8
4.1.2 Comparaison des charges fixes annuelles : rampes et canons sur enrouleur..	9
4.2 Les charges opérationnelles de l'irrigation	10
4.3 Temps de travail.....	10
4.4 Conclusion.....	10
5 Freins et leviers pour son développement	11
5.1 Freins	11
5.2 Leviers	12
6 Analyse coût-efficacité de l'action	12
7 Eléments de développement potentiel (territoires, types d'exploitations...	13
8 Bibliographie.....	14

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 technique et du contexte – Etat actuel

Dans le bassin Adour-Garonne, le mode d'irrigation le plus répandu en 2010 est l'aspersion (96,5 % (DRAAF Midi-Pyrénées et Aquitaine 2014)), loin devant la micro-aspersion et le goutte-à-goutte (3,1 %), et la submersion (0,4 %). Il n'existe pas de données statistiques récentes de l'utilisation des divers matériels d'irrigation par aspersion, dont les enrouleurs, les pivots, les rampes, la micro-irrigation et le goutte-à-goutte. On estime qu'environ 50 % de la surface irriguée l'est avec canon-enrouleur en France en 2000 et 30 % par des pivots et rampes frontales (Molle 2005).

L'irrigation par des canons à enrouleur est adaptée à l'irrigation de la plupart des cultures annuelles. Ses principaux avantages sont :

- un bon rapport qualité/ prix,
- sa fiabilité,
- sa polyvalence
- la possibilité de déplacement sur les diverses positions sur une parcelle et plus globalement les diverses parcelles à irriguer dans le cadre des rotations de tours d'eau.

Ses inconvénients principaux sont :

- le niveau élevé de temps de travail pour assurer son déplacement régulier entre les positions successives et la surveillance du bon fonctionnement,
- une consommation d'énergie élevée (due à la pression élevée nécessaire à la buse),
- une intensité de l'arrosage se traduisant par un apport d'eau brutal, le rendant parfois inutilisable sur des cultures fragiles et pas très approprié sur des sols battants
- la relativement faible efficacité de l'application due à des pertes par évaporation et par dérive.

Les pivots effectuent une rotation autour d'un point central, arrosant ainsi un cercle ou une portion de cercle. Ils sont parfois équipés d'un canon à l'extrémité dont la portée dépend du type de matériel et de la pression en bout de rampe. Des asperseurs sont disposés tout le long de la structure porteuse pour distribuer l'eau. La régulation de la distribution de l'eau est assurée par le « plan de busage » et des régulateurs de pressions pour les asperseurs. La longueur d'un pivot est variable et dépend du parcellaire à arroser. Toutefois, la longueur maximum rencontrée est d'environ 500 mètres.

Les rampes d'irrigation sont composées d'une structure porteuse de 10 à 72 mètres de large sur laquelle sont fixés des asperseurs. Les rampes peuvent être de deux types :

- Rampes sur enrouleur, le canon étant alors remplacé par une rampe avec des asperseurs,
- Rampe frontale, composée d'une motrice de déplacement de l'ensemble rampe-asperseurs.

Dans les deux cas, la rampe se déplace en ligne droite, comme le canon de l'enrouleur.

Les pivots et les rampes frontales sont des matériels non déplaçables sur les diverses parcelles à irriguer d'une exploitation agricole. Les rampes sur enrouleur permettent d'allier la capacité de déplacement sur diverses parcelles et la qualité de l'aspersion. Elles peuvent être repliées pour être déplacées avec l'enrouleur. Des rampes basse pression, automotrices avec une travée, un ou deux porte-à-faux et des canons d'extrémité, peuvent arroser plus de 100 mètres de large.

Il existe aussi des rampes basse pression, tractées par des enrouleurs et équipées avec des asperseurs basse pression à rotor (0,7 bar), qui nécessitent une pression à l'entrée de l'enrouleur réduite (de l'ordre de 3 bars) si leur longueur reste modérée (moins de 500 m environ), et qui permettent alors de réduire la consommation énergétique (Deumier 2014).

Le remplacement des sprinklers traditionnels par des asperseurs rotatifs à basse pression sur les pivots ou les rampes est possible et permet de produire des gouttes suffisamment grosses pour assurer une bonne portée sans être trop sensibles au vent et à l'évaporation (Chambre Régionale d'Agriculture et CUMA Centre 2011). Leur montage sur des cannes de descente en position basse limite la prise au vent et améliore la qualité de la répartition de l'eau. L'inconvénient de ces systèmes étant qu'ils sont plus sensibles au bouchage en cas d'eaux sales et peuvent donc nécessiter un système de filtration adéquat.

2 Quantification des économies d'eau

La technique d'irrigation par enrouleur présente plusieurs inconvénients au regard de la consommation d'eau :

- La répartition transversale et longitudinale des canons est non uniforme,
- L'apport d'eau brutal sur les sols, accentue le phénomène de battance et éventuellement d'érosion suite au ruissellement induit,
- la modulation des doses est faisable mais compliquée, notamment pour l'apport de dose faible, et ce en dépit des progrès sur les équipements.

Les installations avec enrouleur sont dimensionnées selon la demande climatique locale définie lors de la mise en place du système d'irrigation, qui est caractérisée par une capacité d'irrigation maximale liée à une durée du tour d'eau. Cette capacité d'irrigation en débit est de l'ordre de 5 mm/jour dans le sud-ouest pour un tour d'eau usuel de 7 jours. Elle est parfois volontairement plus élevée à la conception pour être en capacité d'arroser en plus grande quantité lors des épisodes intenses en ETP. Selon la Chambre Régionale d'Agriculture et la CUMA Centre (2011) et la Chambre Régionale des Pays de la Loire (2015), remplacer des canons sur enrouleur par des rampes (pivot ou rampe frontale ou tractée) présente entre autres les avantages suivants du point de vue des apports d'eau :

- Amélioration de la qualité de la répartition de l'eau (homogénéité) sur la parcelle irriguée (avec en plus moins d'effets de bordure) ;
- Modulation des apports selon les besoins de la culture et donc meilleure efficience de l'eau apportée. Possibilité d'apporter des doses plus faibles par passage.
- Forte réactivité pour un meilleur pilotage de l'irrigation (si le busage est suffisant).

En effet, le pilotage de l'irrigation, au-delà des réglages spécifiques des matériels (vitesse d'avancement, angles du canon, etc.), n'est pas fondamentalement modifié (démarrage, reprise et arrêt similaires) mais, en permettant une modulation plus facile des apports en fonction des besoins de la culture, les pivots et les rampes permettent des apports plus répétés et plus faibles, d'où une meilleure efficacité.

Par ailleurs, l'efficacité de l'application est améliorée car les pertes par la dérive due au vent (cf Tableau 1) sont réduites de 5 à 10 %. L'arrosage est d'autant plus sensible au vent que les gouttes produites sont petites, notamment en cas de pression élevée et de hauteur importante par rapport au sol (Chambre Régionale d'Agriculture d'Aquitaine s.d.). Il faut pour cela veiller à un bon réglage de pression amont des asperseurs du pivot et de la rampe. En général, les pivots et rampes conservent des performances globales correctes en toutes conditions.

Tableau 1: Comparaison de systèmes d'irrigation Source : (Granier J. n.d.)(Lacroix et al. , 2015)

Type de matériel	Conditions	Efficience l'application de	Uniformité spatiale (qualité de la répartition)
Canon enrouleur	Bonnes conditions	85% à 95%	++
	Avec du vent	75% à 85%	+
Pivot central / rampe	Bonnes conditions	90% à 95%	+++
	Avec du vent	80% à 90%	+++

Selon la Chambre Régionale d'Agriculture et de la CUMA Centre (2011), les économies d'eau envisageables par le remplacement d'un enrouleur par un pivot ou une rampe frontale **sont de l'ordre de 20 à 30 mm soit une économie de 10 à 20 %**, selon les doses unitaire et totale apportées aux cultures. A noter que nous n'avons pas identifié de suivi en exploitation qui permettrait de valider ces chiffres. Dans le cadre du programme CasDAR EAU Midi-Pyrénées, l'IRSTEA a effectué des mesures précises de répartition de l'eau sur 3 types de matériels (couverture, enrouleur et pivot), ce qui leur a permis de vérifier la conformité à la littérature existante et de synthétiser les impacts (Granier 2011) (cf. tableau 1). Les valeurs citées ci-dessus sont aussi citées par les conseillers agricoles de l'irrigation (Arvalis, Chambres d'agriculture) rencontrés lors des entretiens.

En résumé, l'économie d'eau permise par l'action est :

- équivalente en ordre de grandeur à 1 tour d'eau d'après les entretiens d'acteurs ;
- De 5 à 10% d'après le tableau 1 en comparant les différences d'efficience de l'application.

Concernant les arroseurs basse pression, bien que sur le principe ils améliorent la répartition de l'eau par réduction de la dérive due au vent, nous n'avons pas trouvé de bibliographie sur le potentiel d'économie d'eau permis par ces équipements.

L'étude de l'IRSTEA, intitulée « Expertise des potentialités d'économies d'eau au travers de la modernisation des systèmes et installations d'irrigation à la parcelle » en cours de réalisation et financée par le MAAF devrait permettre d'affiner les estimations d'économie d'eau sur ce type de matériel.

3 Autres impacts agronomiques et environnementaux

Les autres impacts du changement des enrouleurs par des pivots ou rampes frontale sont les suivants :

- Une meilleure répartition de l'eau sur la parcelle, favorable à l'homogénéité du rendement ;
- Une moindre dégradation de la structure du sol : les canons sur enrouleur, en raison de la forte énergie cinétique des gouttes d'eau accentuent le phénomène de la battance des sols (Chambre Régionale d'Agriculture et CUMA Centre 2011).
- Les pivots et rampes frontales réduisent les risques de ruissellement qui sont plus élevés avec les canons sur enrouleur dus à l'intensité d'irrigation plus forte (énergie cinétique des gouttes plus grosses). Pour les rampes tractées par enrouleur, la zone arrosée pouvant être plus faible qu'avec le canon, à débit identique, la pluviométrie instantanée sera plus élevée. Pour certains sols, cela peut entraîner des phénomènes de ruissellement supplémentaires.
- Le matériel de type pivot ou rampe étant localisé sur certaines parcelles et moins mobile, la logique d'amortissement du pivot conduit à installer plus fréquemment une culture irriguée tous les ans. Il offre moins de souplesse que l'enrouleur pour la rotation des cultures dans les systèmes diversifiés de cultures, en particulier avec les cultures non irriguées. A contrario, le pivot peut aussi induire des changements de stratégie d'irrigation en particulier vis-à-vis des cultures non irriguées et/ou peu fréquemment irriguées (telles que blé, pois, ...) qui peuvent valoriser des tours d'eau « utiles » dans des périodes hors étiages le plus souvent. Ces matériels diminuant les contraintes d'irrigation (main d'œuvre pour la mise en marche, surveillance plus automatisable), ils peuvent inciter plus facilement à ce type de stratégie. Nous n'avons pas trouvé de bibliographie sur cet aspect, mais ces éléments ont été relevés par les acteurs agricoles.
- Dans les systèmes basés sur la monoculture, dans la mesure où il n'y a pas de modification de culture irriguée, il n'y a pas de modification des impacts environnementaux.

4 Analyse économique

La principale source d'informations utilisée dans cette fiche pour comparer les coûts des canons sur enrouleur et les systèmes pivot et rampe est une étude conduite par Arvalis-Institut de végétal et l'IRSTEA en 2015¹ car elle est la plus complète et la plus robuste des études disponibles concernant le matériel d'irrigation. Cette étude est présentée dans la fiche AEE5 concernant le goutte-à-goutte en grandes cultures. Aucune source équivalente n'a été trouvée pour les investissements dans les rampes frontales, des estimations sont donc proposées ci-dessous, à considérer avec précaution.

4.1 Montant des investissements et des charges fixes annuelles

Les différentes sources bibliographiques soulignent le fait que le **montant d'investissement des pivots centraux et des rampes frontales est plus élevé que celui d'un canon sur enrouleur**. Cependant, les sources ne donnent pas les montants de

¹ (Lacroix et al. 2015) Plus d'informations sont données sur cette étude dans la fiche action n°5 sur le goutte-à-goutte en grandes cultures et cultures industrielles.

l'investissement, ni le nombre d'hectare sur lesquels ces comparaisons sont réalisées. En effet, d'après la Chambre Régionale d'Agriculture des Pays de la Loire (2015) et Arvalis (communication), l'investissement dans un pivot ou une rampe est rentable par rapport à un enrouleur au-delà d'une utilisation sur 20 hectares. On peut supposer que cette estimation est liée au fait qu'une fois dépassée ce seuil, un deuxième enrouleur serait nécessaire pour irriguer cette surface.

Les investissements doivent donc se raisonner par hectare et par an, pour prendre en compte l'amortissement du matériel et la surface irriguée couverte. Ainsi, le montant de l'investissement doit être traduit en charges fixes annuelles, correspondant à l'amortissement du matériel (accès à la ressource et distribution de l'eau), l'entretien, les réparations et l'abonnement EDF. Seule l'étude réalisée par Arvalis et l'IRSTEA en 2015 fournit des données chiffrées sur ces charges fixes annuelles et uniquement pour les enrouleurs et les pivots (

Tableau 2).

4.1.1 Comparaison des charges fixes annuelles : pivot et canons sur enrouleur

Arvalis et l'IRSTEA estiment une durée d'amortissement technique² de 9 ans pour le canon-enrouleur contre 13 ans pour le pivot central. Ainsi, malgré un montant d'investissement supérieur pour le pivot, la différence de charges fixes entre les deux systèmes d'irrigation est en faveur du pivot, avec une différence de 14 €/ha/an, pour 30 hectares irrigués.

Tableau 2 : Comparaison des charges fixes annuelles entre enrouleurs et pivot sur une base de 30 ha de maïs

Type de matériel	Enrouleurs	Pivot
Obsolescence (années)	15	20
Usure maximum du matériel (h)	15 000	30 000
Durée d'amortissement calculée (années)	9	13
Investissements valeur à neuf (€)	53 500	60 500
	(€/ha)	1 783
Charges fixes (€/ha/an)	240	226

Source : (Lacroix et al. 2015)

² Dans l'étude d'Arvalis (2015), l'amortissement est dit technique, sa durée est estimée en se basant sur l'utilisation annuelle du matériel, l'obsolescence de celui-ci (nombre d'années à partir duquel le matériel est considéré comme dépassé) et de l'usure maximale du matériel (durée de vie). Celle du pivot central est plus longue que celle du canon sur enrouleur : environ 20 ans contre 15 à 20 ans pour l'enrouleur. Au-delà de la durée de vie, l'usure maximum du matériel est deux fois plus importante dans le cas du pivot (30 000 heures) que du canon-enrouleur (15 000 heures).

4.1.2 Comparaison des charges fixes annuelles : rampes et canons sur enrouleur

Aucune estimation du coût de la rampe frontale n'a été identifiée dans la bibliographie. Des informations qualitatives ont été trouvées :

- Pour des « petites rampes frontales basse pression » l'investissement est équivalent à celui d'un enrouleur (Molle 2015)
- Pour des rampes de tailles « normales », le coût est équivalent à celui du pivot (Chambre Régionale des Pays de la Loire 2015).

Pour avoir une estimation des charges fixes par hectare, les chiffres de l'ASAVPA du Loiret 45³, qui fournit sur leur site internet des barèmes de coûts d'investissement, ont été utilisés, avec les mêmes hypothèses que l'étude d'Arvalis, à savoir : 2 enrouleurs pour 30 ha de maïs, comparés à un pivot et une rampe frontale⁴ sur la même surface. Il n'a pas été possible d'utiliser les mêmes références d'enrouleurs et de pivots que ceux utilisés par Arvalis et l'IRSTEA⁵ dans leur étude détaillée plus haut. Il est donc proposé des fourchettes pour 2 enrouleurs⁶ qui diffèrent par leur type et leur débit et pour 2 pivots différents⁷. Par ailleurs, l'étude conduite par Arvalis et l'IRSTEA prennent en compte le reste de l'installation (forage, pompe, canalisation et EDF), ce qui n'est pas le cas ici, et des frais de réparation différent. Ces chiffres, présentés dans le Tableau 3 sont à utiliser avec précaution dans la mesure où le détail des calculs n'est pas connu.

Cette estimation montre que les charges fixes par hectare de la rampe frontale sont équivalentes à celles du pivot. Par ailleurs, pour couvrir une surface de 30 hectares, l'acquisition de deux enrouleurs serait nécessaire et dans ce cas, les charges fixes des pivots et rampes sont équivalentes, voir plus faibles selon le matériel considéré.

Après échange avec les experts d'Arvalis, en prenant en considération une rampe frontale équivalente à celle détaillée dans le tableau ci-dessous, dans les conditions équivalentes de l'étude citée ci-dessus, ceux-ci estiment des charges fixes de 184 €/ha pour la rampe frontale, soit une meilleure rentabilité qu'un pivot.

Tableau 3 : Comparaison des charges fixes entre enrouleurs, pivot et rampe frontale estimées sur une base de 30 hectares de maïs en se basant sur les chiffres de l'ASAVPA

	Prix neuf (€)	Charges fixes (€/an)*	Réparation (€/an)*	Charges fixes + réparation (€/ha/an)
2 enrouleurs	29 000 – 99 000	3 094 – 10 564	726 – 2 476	128 - 435
Pivot	50 000 – 65 000	3 500-4 550	1 040 – 1 664	151.5-207.1
Rampe frontale	63 000	4 410	340	158.5

³ Associations des Salariés de l'Agriculture pour la Vulgarisation du Progrès Agricole http://www.asavpa45.org/index.php?option=com_content&view=article&id=122:le-cout-de-l'irrigation&catid=4:techniques-agricoles&Itemid=42

⁴ Rampe frontale de 190 m, guidage sabot, rotator, groupe électrogène.

⁵ 90*270, 45 m3/h et pivot de 300 mètres, 75 m3/h

⁶ Enrouleur 90*350, 40 m3/h (fourchette basse) et enrouleur 125*750, 60 m3/h (fourchette haute)

⁷ Pivot fixe, longueur 300 m, 5 tours, rotator (fourchette basse) et Pivot fixe, longueur 500 m, 8 tours, rotator (fourchette haute)

* La méthode de calcul n'est pas précisée sur le site internet

4.2 Les charges opérationnelles de l'irrigation

Concernant la consommation d'eau, étant donné les faibles économies d'eau considérées, l'impact sur les charges opérationnelles est négligeable.

Lacroix et al. (2015) montrent que les pressions requises pour les canons sur enrouleur sont de l'ordre de 5 à 8 bars contre 4 à 5 bars pour le pivot. Les auteurs estiment ainsi que la mise en place du pivot central permet de réduire les **charges opérationnelles de 12 €/ha/an, soit une réduction de 14 %, à condition de changer la pompe lors de l'acquisition du matériel.** Ce changement de pompe est possible uniquement si elle est dédiée au pivot et qu'elle n'est pas utilisée conjointement pour un enrouleur, nécessitant une pompe plus puissante. Dans le cadre des diagnostics réalisés, le coût d'une pompe basse pression 10 ou 20 m³/h et 7 cv a été estimé à 3 441 € HT, sur la base d'un devis fourni par l'exploitant, soit 11.5 €/ha/an en considérant une durée d'amortissement de 10 ans sur 30 ha de maïs irrigué.

Des résultats similaires ont été trouvé dans le cadre du projet « EDEN » (Entrepôts de Données spatiales au service de l'évaluation des performances énergétiques des entreprises agricoles), financé par le Casdar et conduit entre 2012 et 2014.

4.3 Temps de travail

Le besoin de main d'œuvre est plus important dans le cas des canons-enrouleurs que du pivot central et des rampes frontales, dans la mesure où ils sont programmables et ne nécessitent pas d'être déplacés à chaque fin de position et de tour d'eau. **L'étude réalisée par Arvalis et IRSTEA en 2015 estime ainsi le coût de main d'œuvre durant la campagne à 78 €/ha/an pour les enrouleurs contre seulement 20 €/ha/an pour le pivot central, soit une division quasiment par 4 du coût du travail, dans le cas d'une monoculture de maïs, sur une parcelle rectangulaire de 30 hectares.** L'étude ne fournit pas les temps de travail correspondant à ces estimations.

On peut supposer des ordres de grandeur équivalents pour les rampes frontales.

Les chiffres fournis ci-dessus ne peuvent pas être généralisés à l'ensemble des exploitations agricoles du bassin Adour-Garonne, cependant l'analyse bibliographique ainsi que les entretiens d'acteurs et les échanges avec les agriculteurs réalisés dans le cadre de l'étude montrent de manière générale que le temps de travail est beaucoup plus important et pénible en cas d'utilisation d'enrouleurs.

4.4 Conclusion

Le coût des pivots et des rampes frontales est plus élevé que celui des enrouleurs en valeur absolue. Cependant, au-delà d'une certaine taille de surface irriguée (environ 20 hectares), l'acquisition d'un pivot ou d'une rampe est plus rentable pour l'agriculteur que des enrouleurs. En considérant une surface de 30 hectares de maïs irrigués, l'étude d'Arvalis et de l'IRSTEA (2015) montre une différence de charges fixes de 14€/ha/an en faveur du pivot.

Par ailleurs, en cas de changement de pompe, l'utilisation de pivots à la place d'enrouleur, génère :

- des économies d'énergie (environ 14 % d'après Arvalis et IRSTEA, 2015), ce qui permet d'amortir une partie du coût de ce matériel.
- Des gains de temps de travail (réduction par 4 du coût du travail).

En considérant l'ensemble des coûts (charges fixes et opérationnelles), l'étude d'Arvalis et de l'IRSTEA (Lacroix et al. 2015) montre une différence de 84 €/ha/an de coût total annuel entre l'enrouleur et le pivot, en faveur de ce dernier, sur 30 hectares de maïs irrigué. Pour les rampes, une estimation plus fiable que celle réalisée ici devrait être réalisée, mais il semble que les ordres de grandeur soient les mêmes.

Il serait intéressant de préciser le seuil au-delà duquel le pivot et la rampe deviennent plus rentables que l'enrouleur.

5 Freins et leviers pour son développement

5.1 Freins

- Les parcelles doivent être géométriquement adaptés au pivot (forme idéalement ronde mais en pratique plutôt carrée) ou rampe (forme rectangulaire), regroupées et dans la mesure du possible sans obstacle aérien (arbres, poteaux électriques) empêchant la rotation du pivot ou l'avancement de la rampe, et des traversées de fossés aménagées pour être franchissable. A noter qu'il existe maintenant des solutions techniques permettant d'escamoter le « bout de ligne » par « pliage » de l'extrémité.
- Les angles des parcelles non couvertes par le pivot doivent être équipés en couverture intégrale ou « abandonnés » sans irrigation. Certains agriculteurs ont expérimentés du goutte-à-goutte dans ces portions de parcelles.
- Les parcelles en pente (plus de 10 %) sont mal adaptées pour les pivots (avancement simultanée des tronçons et modification des pressions entre centre et extrémité) et encore plus aux rampes frontales (parallélisme de la rampe vis à vis du sol, comme pour un pulvérisateur). Ces machines sont plus adaptées pour des parcelles plates et peu pentues. Nous n'avons pas cependant identifié de valeurs seuils.
- Au final, les cas où les parcellaires permettent le passage d'enrouleur vers pivot ou rampe ne sont peut-être pas si nombreux que cela dans nos régions du sud-ouest. Nous ne disposons cependant pas d'informations plus précises qui permettraient de restreindre le champ des possibilités.
- Réseau électrique à proximité pour la rotation ou l'avancement (bien qu'il existe une solution de pivot avec centrale solaire photovoltaïque)
- Déplacement de l'appareil sur d'autres parcelles impossible pour les pivots (les constructeurs y travaillent⁸) et rampes frontales, délicat pour les rampes sur enrouleur (plus difficile que l'enrouleur classique)
- Les conséquences induites possibles : l'absence de mobilité d'un pivot (ou d'une rampe) peut inciter à irriguer tous les ans une parcelle qui ne l'était pas avant. Cela

⁸ <http://www.pivot-irrigation.com/it/nos-produits/pivots/pivot-deplacable-sur-roues>

peut donc induire une augmentation du volume d'irrigation à l'échelle de la rotation sur cette parcelle voire à l'échelle de l'exploitation.

- Pour des petites surfaces (moins de 20 hectares selon la Chambre Régionale d'Agriculture des Pays de la Loire), le montant de l'investissement dans les pivots et les rampes est un frein par rapport à l'enrouleur.
- Absence d'aide à l'investissement pour l'acquisition de matériel d'irrigation (enrouleur, pivot ou rampe). Permettrait d'abaisser le seuil de rentabilité vers des surfaces plus faibles.

5.2 Leviers

- Une simplification de la main d'œuvre et une réduction des astreintes et du temps de travail en période d'irrigation. Leur démarrage nécessite peu de main d'œuvre.
- Un meilleur pilotage possible des apports d'eau, plus automatisable : ils peuvent fonctionner 24/24 si nécessaire et utile
- Plusieurs constructeurs cherchent à améliorer les canons à enrouleur, en remplaçant le canon par une rampe, ce qui permet de ramener les pressions de celles utilisées pour les pivots et d'économiser l'énergie.
- Au-delà d'une certaine taille de surface irriguée (20 ha selon la Chambre Régionale d'Agriculture des Pays de la Loire), les charges fixes des pivots et rampes frontales sont équivalentes à celles des enrouleurs. Ainsi, malgré des montants d'investissement plus élevés, au-delà d'une certaine surface, l'acquisition d'un pivot plutôt que des enrouleurs deviendrait rentable pour l'agriculteur.
- En cas de changement de pompe conjointement à l'acquisition d'un pivot ou d'une rampe, une réduction de la consommation d'énergie de 15 à 20 % peut être obtenue.

6 Analyse coût-efficacité de l'action

Le remplacement des enrouleurs par des pivots ou des rampes permettrait une économie d'eau de 1 tour d'eau, soit de 200 à 300 m³ par ha irrigué selon la dose par tour d'eau, d'après les techniciens (cf. ci-dessus). Par ailleurs, comme il l'a été souligné précédemment, au-delà d'une certaine surface irriguée, il peut être plus rentable pour l'agriculteur d'investir dans un pivot ou une rampe que des enrouleurs. De plus, en cas de changement de pompe lors de l'acquisition d'un pivot, des économies d'énergie sont attendues et peuvent ainsi contribuer à amortir l'investissement.

Il serait intéressant de proposer un appui-conseil par les chambres d'agriculture, au-delà de celui fourni par les concessionnaires, auprès des agriculteurs pour les accompagner lors de projet d'acquisition de matériel et identifier le matériel le plus efficient et le plus rentable à utiliser en prenant en compte l'ensemble des contraintes de l'exploitation (parcellaire, taille des parcelles concernées, économie d'énergie possible, etc.). Le choix du « bon » matériel est structurant et impacte le fonctionnement de l'exploitation pour 10 ou 15 ans.

Actuellement, le matériel d'irrigation n'est pas éligible aux aides à l'investissement. Il serait opportun d'avoir une réflexion sur la pertinence de soutenir ce type d'investissement sur le bassin Adour-Garonne, notamment en définissant des critères de sélection permettant :

- d'atteindre des économies d'eau significatives : l'étude conduite actuellement par l'IRSTEA pour le MAAF, intitulée « Expertise des potentialités d'économies d'eau au travers de la modernisation des systèmes et installations d'irrigation à la parcelle », devraient contribuer à établir les seuils d'économies d'eau pouvant être atteints selon les types de matériel ;

- d'avoir un effet levier auprès des agriculteurs : c'est-à-dire de ne soutenir que les agriculteurs pour qui l'investissement dans du goutte-à-goutte un pivot ou une rampe serait moins rentable que celui dans un autre matériel d'irrigation. Cette analyse pourrait découler d'un diagnostic tel qu'il est évoqué ci-dessus.

Il permet aussi une meilleure répartition des apports sur les parcelles améliorant le rendement, mais ce gain n'est pas connu.

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

Les trois systèmes d'irrigation par aspersion sont les plus répandus en France pour les grandes cultures. Cependant, nous ne disposons pas d'inventaire suffisamment précis des différentes machines d'irrigation (enrouleurs, pivots, rampes) et de leurs caractéristiques techniques (surfaces arrosées par passage, âge) pour établir des hypothèses de substitution. Un inventaire des matériels d'irrigation présents sur les exploitations avec leur modalité d'utilisation (dont la surface irriguée par matériel) serait nécessaire.

La pente des parcelles pourrait être un facteur à prendre en compte pour moduler le remplacement des enrouleurs par des pivots ou des rampes. Mais cette donnée n'est pas disponible pour les différents périmètres élémentaires ou bassin versant.

Pour évaluer le gisement d'économie d'eau de cette action, nous proposons de retenir les hypothèses suivantes pour la tâche 3 :

- Economie d'eau de 200 m³/ha irrigué ;
- Surface concernée par le remplacement : il n'y a pas de référence permettant d'évaluer les surfaces de maïs grain irrigué par enrouleur convertibles en pivot ou rampe. Les hypothèses à prendre en compte seront discutées en comité technique.
- Evaluer la possibilité de moduler les hypothèses (en fonction des données qui pourront être mises à disposition) :
 - selon les périmètres élémentaires ou bassin
 - selon les tailles de parcelles irriguées et éventuellement la forme des parcelles
 - selon la surface irriguée par exploitation (avec un minimum à 20 ha par exemple)
 - selon les surfaces irriguées de maïs par enrouleur, pivot ou rampe à l'échelle locale.

Ces hypothèses feront l'objet d'échanges en comité technique et en comité de pilotage.

8 Bibliographie

Bargain, V. «Reportage – Vous et votre entreprise. Ils ont fait le choix du goutte à goutte enterré.» *Réussir Grandes cultures*, Juin 2013: 76-78.

Chambre d'Agriculture de Haute Garonne. "Gagner en performances énergétiques avec son matériel d'irrigation." *Le trait d'union paysan*, 2014.

Chambre Régionale d'Agriculture d'Aquitaine. «Appui Technique aux irrigants d'Aquitaine : Un appareil bien conçu et bien réglé économise de l'eau et améliore la production.» s.d.

Chambre Régionale d'Agriculture et CUMA Centre. «Matériel d'irrigation grandes cultures : quelles pistes pour économiser l'eau ?» Décembre 2011. 1-8.

Chambre Régionale des Pays de la Loire. *Le pivot avec rampe pivotante ou frontale*. PEREL pérenniser l'élevage par l'autonomie fourragère. 2015.

CHOPIN, S. «Le goutte à goutte veut percer en grandes cultures.» *La France Agricole*, Novembre 2013: P. 36-37.

Deumier, JM. «Irrigation. Répondre aux nouveaux défis.» *Perspectives agricoles*, Octobre 2014: P. 60-62.

DRAAF Midi-Pyrénées et Aquitaine. *Mémento agricole du bassin Adour-Garonne - édition 2014*. Agreste - MAAF, 2014, 35.

Granier J., Deumier JM. "Efficiency hydraulique et énergétique: les nouveaux critères de performances pour les systèmes d'irrigation du futur." *Sciences Eaux et Territoires*, n.d.: 30-34.

Granier, Huet, Ruelle. «Efficiency de l'eau à l'échelle de l'exploitation agricole.» *Casdar EAU Midi-Pyrénées - colloque de restitution - 26/05/2011 - Ondes*. 2011.

Lacroix et al. . "What interest of drip for cash crops in France ?" ICID- 26th Euro-mediterranean Regional Conference and Workshops "Innovate to improve Irrigation performances". Montpellier, France, 2015. 6.

MELIX, F. «Je produis autant de maïs avec moins d'eau.» *La France agricole*, 9 Décembre 2011: 30-31.

MOLLE B., HUET L., GRANIER J. «Composition et état du parc de matériels d'irrigation en France.» IRSTEA, 2009.

Molle. «Choix des matériels d'irrigation en fonction de leurs performances – Des adaptations possibles pour une meilleure maîtrise des arrosages.» *Colloque « eau et agriculture durable » SIMA 1er mars 2005*. 1 Mars 2005. 1-7.

Molle, B. «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 Mars 2015. 1-7.

Pagliarino, JM Deumier, G. Espagnol, B. Lacroix, S. Marsac, M. Berrodier. «L'irrigation par goutte à goutte des grandes cultures en France : pratiques, axes de recherche et perspectives.» Arvalis, Novembre 2012. 1-35.

Quenin, H. "J'ai économisé de l'eau grâce au goutte-à-goutte." *France Agricole*, 2015 йил Septembre: 36-37.

S., GENDRE, MOLLE B., et LARRIEU JF. «Matériel d'irrigation et économie d'eau.» *Séminaire thématique de l'UMT Eau 15/04/2015*. Toulouse, 2015.