



Perspectives et installations innovantes à la parcelle

Cyril DEJEAN, IRSTEA

Sophie GENDRE, ARVALIS

Jean-Jacques WEBER, CACG

Plan

- ✓ Les innovations en aspersion
 - ✓ Canons programmables
 - ✓ Rampes frontales basse pression
 - ✓ Rampes tractées par enrouleur
 - ✓ Pivot basse pression et pivot solaire
 - ✓ Irrigation de précision par pivot
 - ✓ Variateur de fréquence

- ✓ Le goutte à goutte en grande culture
 - ✓ Avantages / Inconvénients
 - ✓ Résultats d'essais

A large center pivot irrigation system is shown in a green field. The system consists of a long metal arm supported by a series of truss-like structures, extending from the foreground into the distance. The field is lush green, and a line of trees is visible in the background under a cloudy sky.

Les innovations en aspersion

Canons programmables



✓ Quelques matériels proposés

- ✓ arrosage des bordures : Gun Corner de Dipalma, Control Jet de Labi, Rotor Kit de Sime..
- ✓ angle réglable à distance ou par programmation : Vector de Komet

✓ Développements supplémentaires

- ✓ pilotage temps réel pour faire varier les angles (secteur et jet) afin de limiter les effets du vent
- ✓ recherche indispensable pour la programmation des consignes
- ✓ marché ?

Canons programmables

- ✓ *amélioration de la répartition de l'eau*
- ✓ *pas d'effet sur énergie sinon au travers d'une économie d'eau*

Petite rampe frontale basse pression

- ✓ une travée, 1 ou 2 porte à faux et canons d'extrémités
- ✓ alimentation en 4" jusqu'à 200 m souple ou mieux PET si faible pression



Rampe Irrifrance RM2

Petite rampe frontale basse pression

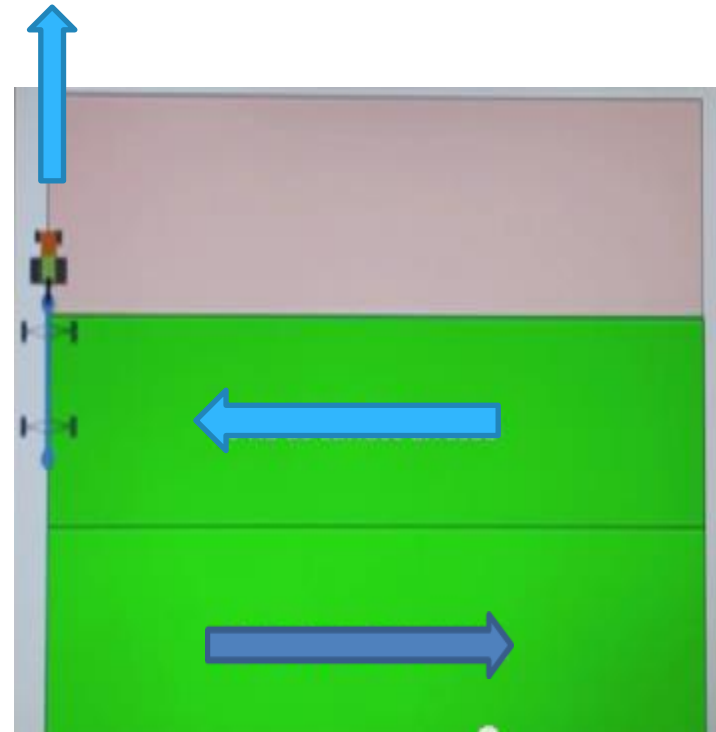
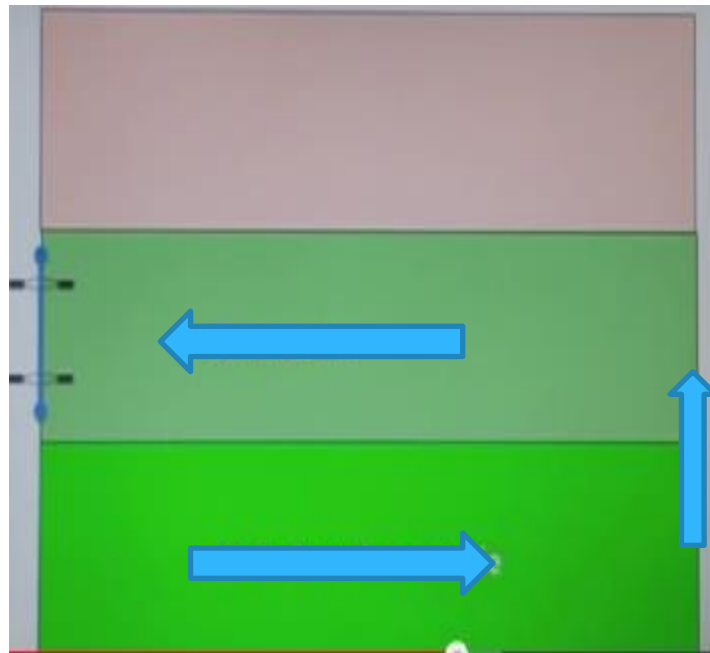


- moteur électrique sur motrice
- *avec câble
- *ou groupe électrogène
- motorisation hydraulique (eau) si pression disponible

diamètre minimum du tube de la rampe 3.8'' (97mm)

Petite rampe frontale basse pression

Investissement équivalent à celui d'un enrouleur, mais système moins mobile, parcellaire adapté



Rampe basse pression tractée par enrouleur, pression 4 bars

- ✓ Pression entrée enrouleur < 5 bar : gain d'environ 3 bar
- ✓ Asperseurs type rotator : 0,7 bar
- ✓ Largeur de rampe de 18 à 72 m, bande arrosée jusqu'à 90 m



Installation La Mirandette CACG

AVANTAGES	INCONVENIENTS
<ul style="list-style-type: none">• Economie d'énergie 15 à 30 %• Dérive réduite• Uniformité améliorée	<ul style="list-style-type: none">• Investissement doublé• Intensité d'irrigation très forte => ruissellement• Déplacement de rampe délicat pour les cultures hautes

Pivots



✓ Baisse des pressions

- ✓ augmenter le diamètre du tube : réduction des pertes de charge
- ✓ un surpresseur pour le canon d'extrémité
- ✓ asperseurs basse pression (attention à l'intensité d'arrosage)

AVANTAGE	INCONVENIENT
<ul style="list-style-type: none">• Economie potentielle d'énergie élevée• Neutre pour main d'œuvre	<ul style="list-style-type: none">• Baisse des portées : risque accru de ruissellement

Le pivot économe en énergie – pression 4 bars

-**Asperseurs type rotator** :
0,7 bars (faible pression
mais intensité d'irrigation
plus forte)

-**Augmentation du diamètre
de tube** (baisse pertes de
charge)

-**Possibilité surpresseur
d'extrémité** non testé ici

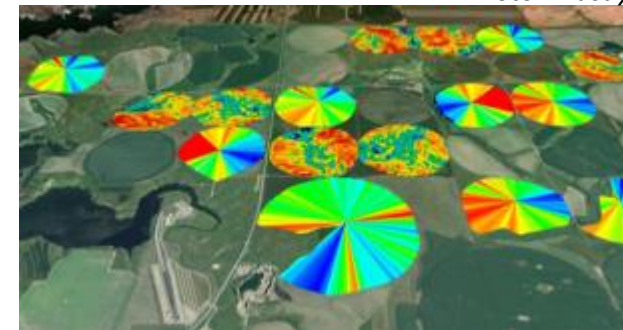
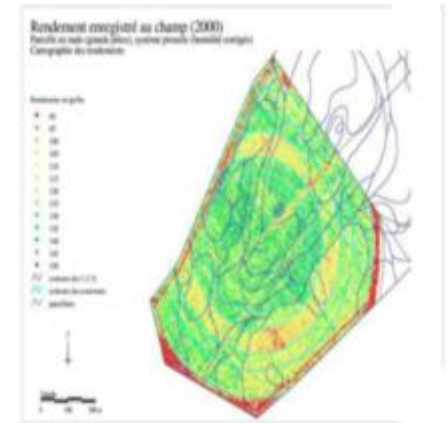
-**Test autonomie centrale
solaire**
(économie d'énergie faible,
mais évite raccordement
ERDF)



Installation Irrifrance à La Mirandette CACG

Irrigation de précision par pivot

- ✓ Principe : apports gérés en fonction des besoins locaux
- ✓ Intérêt attendu
 - ✓ économie d'eau et d'énergie
- ✓ Difficultés
 - ✓ cartographie des besoins et vérification des apports
 - ✓ *image (satellite, drone) ; capteurs parcelle (densité, transmission des données)*
 - ✓ *coût*
 - ✓ retour sur investissement : encore mal connu
 - ✓ faire appel à des consortium
 - ✓ *fabricants de machines, de capteurs,*
 - ✓ *producteurs de logiciels de cartographie,*
 - ✓ *agronomes*
- ✓ Pas de développements en Europe autres qu'expérimentaux
reste marginal aux USA car service requis pas en place (image, traitement, commande,..)



La variation de fréquence, une solution miracle ?

✓ Principe

appareil permettant de faire varier la fréquence du courant

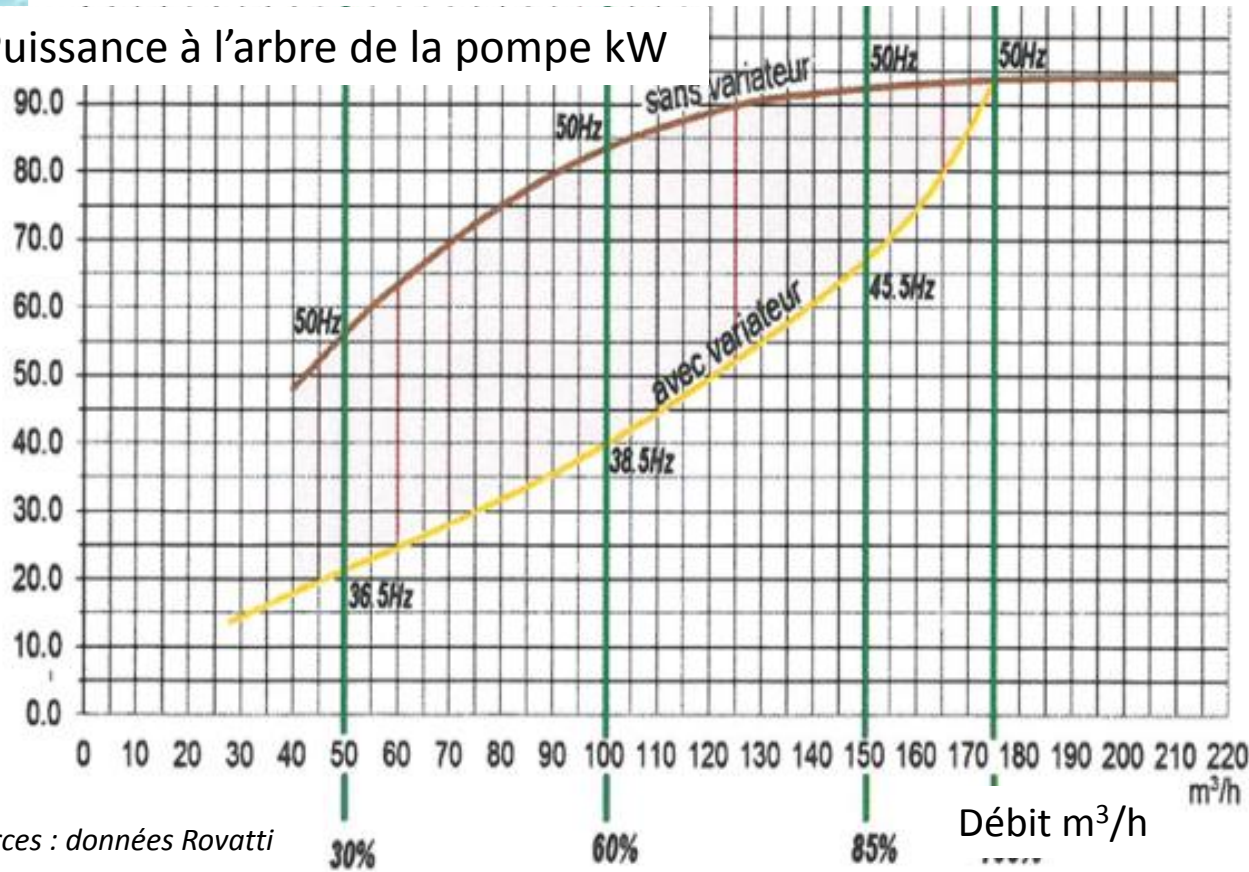
➡ vitesse de rotation du moteur électrique

✓ Intérêts :

- ✓ **économie d'énergie** : aucun vannage ➔ adéquation par rapport à la demande du réseau
- ✓ **plus de sécurité** : démarrages et arrêts progressifs = moins de coup de béliers, de risque de rupture canalisation...
- ✓ **moins d'usure des pompes** : pompes moins sollicitées
- ✓ **économie de main d'œuvre** : limitation des déplacements pour ajustement manuel de débit/pression de pompage
- ✓ **puissance appelée inférieure** ➔ abonnement

Exemple : 60 ha irrigués, 3 pivots + 1 enrouleur, 130000 m³
Puissance hydraulique max 95 kW
Puissance moteur électrique 110 kW
Variation débit 55 à 175 m³/h
Variation pression 10 à 15 bar

Puissance à l'arbre de la pompe kW



Économie annuelle :
21000 kWh
= 25 % énergie sans
variateur

Si 0.06 €/kWh
économie annuelle : 1300 €
surcoût armoire : 6950 €
durée amortissement ~ 5
ans



Quel avenir pour le goutte à goutte en grandes cultures ?

Avantages et inconvénients du goutte-à-goutte / aspersion

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none">• Moins de perte par évaporation de l'eau du sol (sol sec) et pas d'évaporation et de dérive de l'eau d'irrigation <p><i>=> économie d'eau possible jusqu'à 20 %</i></p> <ul style="list-style-type: none">• Automatisation : moins de main d'œuvre en saison• Pression de fonctionnement faible : économie d'énergie possible	<ul style="list-style-type: none">• Coût élevé• Dispositif d'aspersion nécessaire pour la levée des semis en printemps sec• Nécessite un dispositif de filtration performant pour éviter le colmatage• Chantier de mise en place et enlèvement lourd (goutte à goutte de surface)

Avantages et inconvénients du goutte-à-goutte / aspersion (suite)

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none">• Fertigation : bonne productivité de l'azote• Pas de mouillage des feuilles des cultures : moins de risque maladie• Moins d'adventices particulièrement en goutte-à-goutte enterré• Dispositif discret	<ul style="list-style-type: none">• Surveillance de la distribution de l'eau difficile• Risque de dégâts d'acariens accentué sur maïs

Protocole expérimental Mirandette 2014 – Partenariat IRSTEA-CACG



Traitement	Superficie (m ²)
1- GGE100-GR (85%ETM)	4 400
2- GGE150-GR (85%ETM)	4 500
3- GGE100-GS (85%ETM)	1 800
4- ASP-CI (85%ETM)	1 730
5a- ASP-CI (100%ETM + ON)	450
5b- ASP-CI (100%ETM)	1 280
6- PLUVIAL	870
7- GGS150 (85%ETM)	1 460
8- Rampe canon (100%ETM)	18 000
9- Pivot (100%ETM)	72 610

7 Hors convention

● Station Campbell

Traitements expérimentaux:

1- GGE100-GR (85%ETM)

2- GGE150-GR (85%ETM)

3- GGE100-GS (85%ETM)

4- ASP-CI (85%ETM)

5a- ASP-CI (100%ETM et ON)

5b- ASP-CI (100%ETM)

6- PLUVIAL

7- GGS150 (85%ETM)

8- Rampe Canon (100%ETM)

9- Pivot (100%ETM)

Le goutte à goutte enterré à la Mirandette

- Profondeur 45 cm
- Ecartement 1m et 1,5 m
- Gaines rigides et gaines souples



Départ des gaines



Extrémité des collecteurs avec ventouse, prise de pression et vidange

Le goutte à goutte enterré à la Mirandette

Tester :

- les économies d'eau
- les économies d'énergie
- le pilotage de l'irrigation
- la fertigation
- la pérennité du GGE



Installation de filtration : 1,2 à 3 bars

Comparaison 2012-13-14 - Rdt & PEI

N°: Traitements	Pluie (m ³ d'eau / ha)	Irrigation (m ³ d'eau / ha)	Grain (q / ha)	PEI (kg / m ³ d'eau)
2012	3.310			
N°1: GGE 100-GR (90%ETM)	Mai: 950 Juin: 580	2.480	<u>145</u>	<u>2,9</u>
N°2: GGE 150-GR (90%ETM)	Juillet: 420	2.440	137	2,7
N°4: ASP-CI (100%ETM)	Août: 520 Septembre: 290	2.750	143	2,6
PLUVIAL	Octobre: 550	0	73	-
2013	4.070			
N°1: GGE 100 – GR (85%ETM)	Mai: 1.470 Juin: 1.030	1.914	<u>147</u>	<u>4,0</u>
N°2: GGE 150 – GR (85% ETM)	Juillet: 330	1.918	134	3,3
N°3: GGE 100 (GS) (85%ETM)	Août: 400 Septembre: 400	1.847	131	3,1
N°5: ASP – CI (100%ETM)	Octobre: 440	2.204	151	3,6
PLUVIAL		0	71	-
2014	3.490			
N°1: GGE 100-GR (85% ETM)		880	<u>129</u>	<u>2,3</u>
N°2: GGE 150-GR (85% ETM)	Mai: 910 Juin: 530	880	119	1,1
N°3: GGE100-GS (85% ETM)	Juillet: 950 Août: 610	850	<u>160</u>	<u>4,4</u>
N°4: ASP – CI (85%ETM)	Septembre: 240	810	<u>145</u>	<u>4,4</u>
N°5: ASP – CI (100%ETM)	Octobre: 280	1.130	144	3,1
PLUVIAL		0	109	-

Les enseignements 2012-2014

- ✓ Pour les écartements d'un mètre, des rendements équivalents à l'aspersion avec des économies d'eau de 10 à 15% en 2012 et 2013, et des résultats plus variables pour 2014 (année exceptionnellement pluvieuse) ;
- ✓ Les écartements les plus distants (1.5 mètres) pénalisent les rendements (6 à 10% selon les années) ;
- ✓ Les économies d'énergie sont vérifiées, mais attention au choix du système de fertigation qui peut provoquer des besoins de pression complémentaire disproportionnés ;
- ✓ La conduite de la fertigation est à affiner, notamment pour répondre aux contraintes des années humides.

Les perspectives de l'essai pour les prochaines années :

- ✓ Mieux quantifier les économies d'eau et d'énergie potentielles,
- ✓ Affiner le pilotage de l'irrigation et de la fertigation,
- ✓ Tester la durée de vie des différents types de matériaux mis en œuvre,
- ✓ Comparer le goutte à goutte enterré et le goutte à goutte de surface.

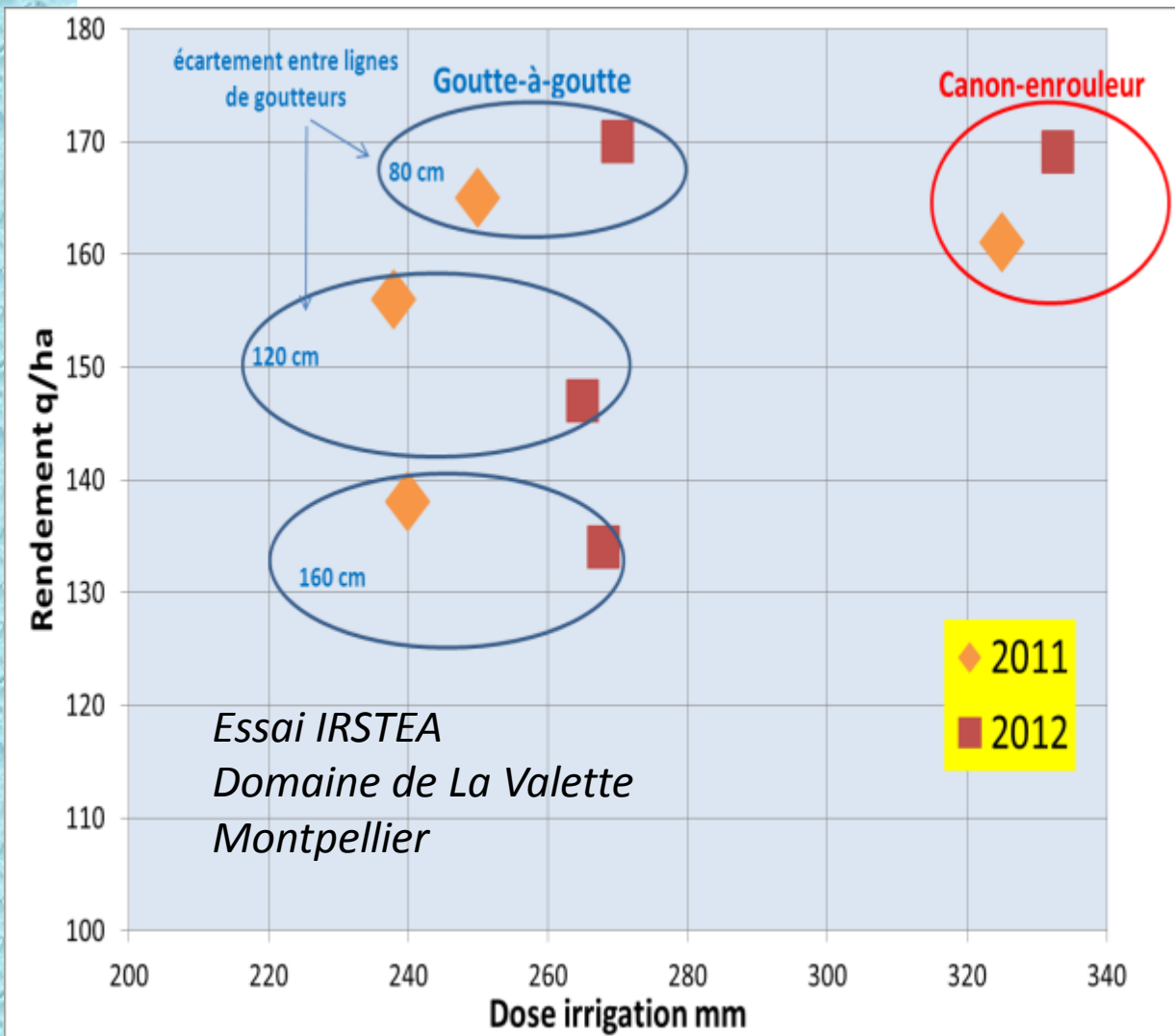
Spécificités du goutte à goutte enterré/ goutte à goutte de surface

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none">• Main d'œuvre très réduite : pas de pose et dépose chaque année• Matériel à l'abri sous terre : pas de dégâts d'oiseaux, de rongeurs, d'insectes perforateurs• Moins d'adventice : sol sec en surface	<ul style="list-style-type: none">• Coût élevé / goutte-à-goutte de surface : pose et nécessité d'une conduite enterrée de purge• Rotations de cultures irriguées pour rentabiliser le matériel• Filtration avec maintenance régulière (injection acide et javel) pour maintenir le système fonctionnel

Spécificités du goutte à goutte enterré/ goutte à goutte de surface

Avantages	Inconvénients
	<ul style="list-style-type: none">• Mise en place plus ou moins facile voire impossible selon la pierrosité du sol• Si sol compacté : sous-soleuse et décompacteur interdit !

Mais irrigué par goutte-à-goutte enterré : des rendements élevés mais très dépendants des écartements entre lignes de goutteurs



- ✓ De très bons rendements équivalents à ceux avec aspersion
- ✓ Rendements très dépendants des écartements entre lignes de goutteurs
- ✓ Économie d'eau estimée : 20 à 25 %
(mais pas de courbe de réponse à l'eau pour canon et goutte-à-goutte)

Coûts comparés du goutte-à-goutte enterré, de surface et de l'aspersion

Type de matériel	<u>enterré</u> goutteurs plats	<u>surface</u> goutteurs cylindriques récupérables	<u>surface</u> goutteurs plats récupérables	<u>surface</u> gaine souple	canon enrouleur	pivot
Investissements valeur à neuf (euros)	118 900	115 590	54 870	45 900	40 590	46 650
Investissements valeur à neuf (euros/ha)	3 963	3 853	1 829	1 530	1 353	1 555
Charges fixes (euros/ha.an)	659	692	571	767	167	220
Charges opérationnelles (euros/ha.an)	37	37	37	37	61	74
Charges de main d'œuvre (euros/ha.an) (14 € /h)	14	147	189	133	92	5
Charges totales, matériel en cours d'amortissement (euros/ha.an)	710	866	830	937	320	299

Source : Arvalis, 2012 « L'irrigation par goutte-à-goutte des grandes cultures en France : pratiques, axes de recherche et perspectives »

Conclusion

- ✓ Innovations matériel d'irrigation aspersion :
 - ✓ Permettent aujourd'hui des économies d'énergie de plus en plus importantes
 - ✓ Perspectives intéressantes avec la modulation intra-parcellaire
- ✓ Goutte à goutte en grande culture :
 - ✓ Technique intéressante pour les économies d'eau et d'énergie mais qui reste coûteuse à l'hectare
 - ✓ Essais en cours sur plusieurs sites en France
 - ✓ Essai CACG la Mirandette (32)
 - ✓ Essai IRSTEA Domaine de la Valette (34)
 - ✓ Essai ARVALIS Le Magneraud (17)