



Salade



Evaluation de différentes méthodes de protection contre la fusariose *Fusarium oxysporum* f. sp. *lactucae*

Année 2017

Corinne Pons, Sabine Risso -Chambre d'Agriculture 06 – Benjamin Gard, Ctifl / APREL

Essai rattaché à l'action n° : 04.2016.04 - Réduction des intrants phytosanitaires par l'utilisation de méthodes de protection alternatives et l'allongement des rotations

1 – Thème de l'essai

Depuis 2 ans, dans les Alpes-Maritimes, les producteurs sont confrontés à la problématique de la fusariose de la salade, provoquée par le champignon *Fusarium oxysporum* f. sp. *lactucae*. Après la rencontre entre l'APREL-CTIFL, l'INRA, et la chambre d'agriculture 06 avec l'Université de Turin, nous avons sélectionné plusieurs méthodes de protection alternatives pour lesquelles des résultats d'efficacité intéressants ont été obtenus en Italie. Ces méthodes sont basées sur l'application d'agents de biocontrôle, de produit biofumigant et l'utilisation de la solarisation.

2 – But de l'essai

L'objectif est de réduire la fusariose de la salade dans les parcelles infectées. L'essai doit permettre de valider l'efficacité des méthodes sélectionnées et d'évaluer les meilleures combinaisons de méthodes pour parvenir à une réduction suffisante de l'agent pathogène permettant une production de salades dans de bonnes conditions.

3 – Facteurs et modalités étudiés

Trois méthodes de protection ont été retenues :

- La **biofumigation**, avec une application *Brassica carinata* (Bio Fence), moutarde d'Ethiopie ou moutarde Abyssinienne, sous forme de granulés à 250g/m², incorporée 14 ou 21 jours avant plantation. Deux facteurs : F1 temps de bâchage et F2 date de plantation avec 2 modalités par facteurs.
- Les **agents de biocontrôle**, avec (i) *Bacillus subtilis* (BF501BCS) à raison de 4 applications à 4g/l, pendant la phase de jeunes plants en pépinière ; (ii) Phosphonate de Potassium (LBG- 01F34) à raison de 4 applications à 3.5 l/ha, pendant la phase jeunes plants en pépinière ; (iii) *Trichoderma asperellum* + *Trichoderma atroviride* (Tusal) à raison de 4 applications à 0,3 g/m² pendant la phase jeunes plants en pépinière. Un facteur étudié : F1 Traitement biocontrôle avec 3 modalités.
- La **solarisation**, avec deux durées évaluées 14 et 21 jours.
- Combinaison de méthodes, **solarisation + produit de biocontrôle**. Deux facteurs étudiés F1 : Bâchage avec 2 modalités et F2 : produit de biocontrôle avec 3 modalités. L'effet date de plantation est également pris en compte dans l'analyse en tant que facteur niché dans le facteur 1.

4 – Matériel et méthodes

- **Matériel végétal** : La variété de laitue utilisée dans cet essai est Hungarina (Rijk Zwaan). Cette variété est sensible à la fusariose. La sensibilité a été évaluée en 2016 dans les mêmes parcelles, lors d'un essai variétal.
- **Site d'implantation** : L'essai est mis en place chez Mrs BECCARIA-PENNA dans les Alpes-Maritimes. L'essai a lieu sous un tunnel débâché.
- **Dispositif expérimental** : Les modalités sont répétées deux fois, à deux dates de plantation différentes 27/07 et 01/08. Chaque placette d'essai est constituée de 20 plants de la variété Hungarina. Pour chaque modalité, le témoin non traité est constitué par des placettes de 20 plants de la variété Hungarina (H en bleu, fig. 1) – 4 placettes par date de plantation.

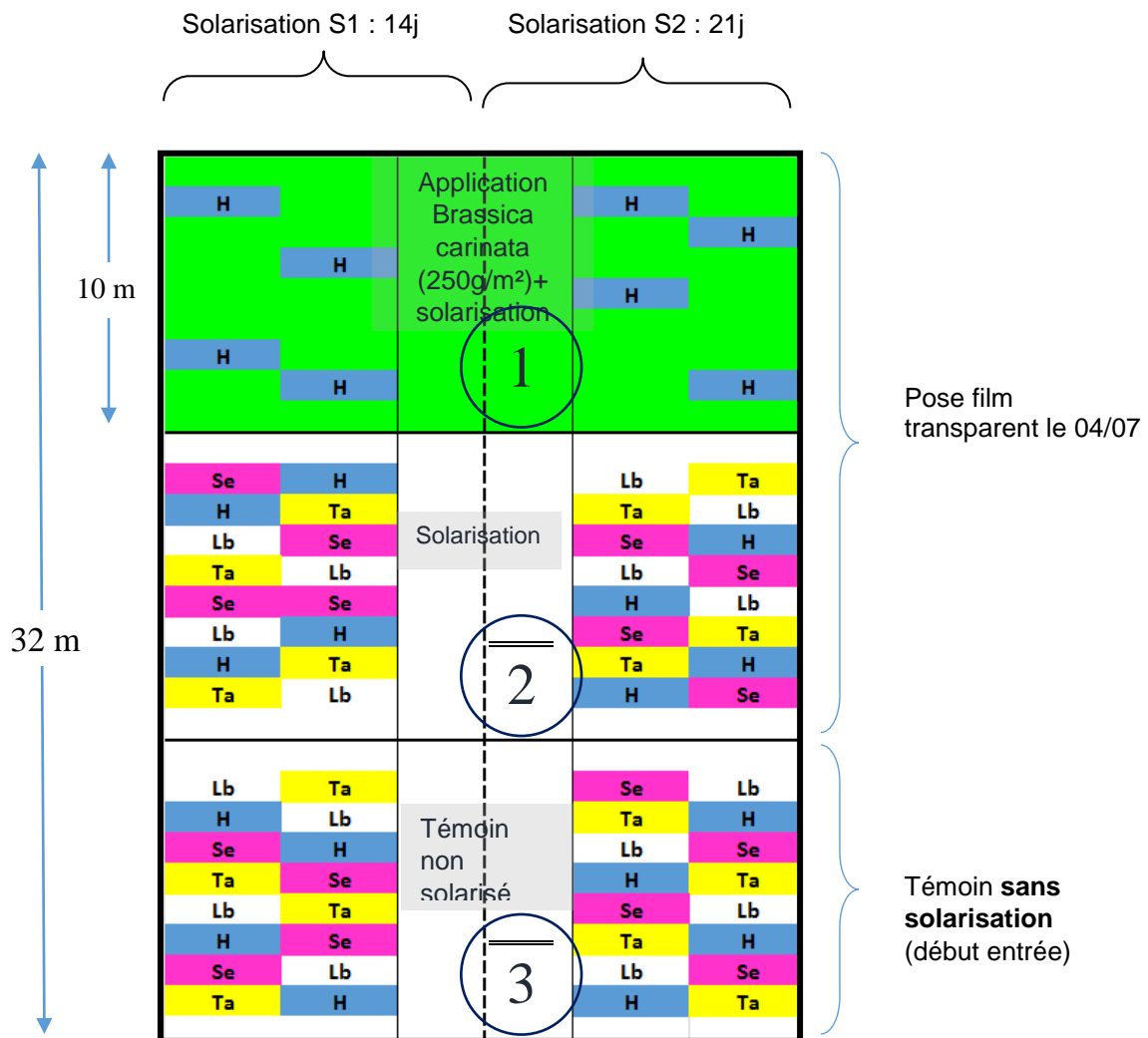


Figure 1 : Plan de l'essai, implantation des différentes modalités testées dans le tunnel

Légende :

	Biofumigant <i>B. carinata</i>
H	Témoin non traité
Lb	LBGF04
Ta	<i>Trichoderma asperelum</i> + <i>T. atroviride</i>
Se	<i>Bacillus subtilis</i>

Les dates des interventions sont récapitulées dans les tableaux 1 et 2 :

Tableau 1 : Dispositif expérimental pour l'évaluation de l'effet de la solarisation

Modalités	Pose film transparent	Film transparent retiré	Semis salades	Plantation
Solarisation S1	4/07	18/07	11/07	27/07
Solarisation S2	4/07	25/07	18/07	1/08
Témoin non solarisé TNS			11/07 et 18/07	27/07 et 1/08

Tableau 2 : Dispositif expérimental pour l'évaluation de l'effet de la biofumigation, des produits de biocontrôle et de la combinaison des deux méthodes

Modalités	Semis	Plant.	Dates application produits			
			<i>Brassica carinata</i> BC	<i>Bacillus Subtilis</i> Se	LBG01F34 Lb	<i>Trichoderma</i> spp Ta
Solarisation S1	12/07	27/07	30/06	13/07 ; 17/07 ; 21/07 et 25/07 à la dose de 0.8 ml/m ²	13/07 ; 17/07 ; 21/07 et 25/07 à la dose 0.35 ml/m ²	13/07 ; 17/07 ; 21/07 et 25/07 à la dose de 0.05 g/m ²
Solarisation S2	18/07	1/08	30/06	20/07 ; 25/07 ; 28/07 et 31/07 Dose identique à S1 pour le produit de biocontrôle concerné.		
Témoin non solarisé TNS	12/07 et 18/07	27/07 et 1/08	/	Toutes les dates de S1 et S2 pour le produit de biocontrôle concerné.		

- **Observations et mesures** : Pour l'ensemble des modalités évaluées les observations consistent à noter sur les salades de chaque placette le degré d'attaque de la fusariose, le nombre de plantes mortes et le nombre de plantes fusariées. Pour cela, un index commun avec l'Université de Turin est utilisé (Figure 2).



Figure 2 : Détail des classes de symptômes (0 à 4) utilisées dans l'index maladie pour évaluer la virulence des attaques de fusariose sur les salades

L'index maladie utilisé est composé de 5 classes, de 0 à 4 (Figure 2)

- 0 = Plantes saines ;
- 1 = Symptômes initiaux de feuilles chlorosées, diminution légère du développement de la plante, léger brunissement vasculaire ;
- 2 = Chloroses des feuilles sévères, réduction évidente du développement de la plante, développement souvent asymétrique de la tête, brunissement vasculaire évident ;
- 3 = Chloroses des feuilles et inhibition de la croissance, déformation évidente et brunissement vasculaire initial montrant des symptômes de fusariose ;
- 4 = Plantes fortement déformées montrant des feuilles chlorosées ou complètement nécrosées, entièrement fusariées ;
- 5 = Plantes mortes.

Pour les classes 0 et 1, la salade est toujours commercialisable, au-delà elle est considérée comme non commercialisable.

- **Analyses statistiques** : Le jeu de données complet contient 72 données, ce qui permet un traitement statistiques pour comparer les différentes modalités entre elles. L'analyse pourra se faire à l'aide d'une Anova à 2 facteurs avec test des interactions. Dans le cas, des facteurs nichés (date de plantation), une analyse avec un modèle mixte pourra être envisagée.

5 – Résultats

5.1 – Conduite culturale

Solarisation : Des dégâts peu importants de sangliers ont été observés pendant la solarisation, mais qui ont endommagés une des deux sondes du sol.

Une fois le film transparent retiré, le producteur a attendu 9 jours afin que le sol se ressuie bien pour pouvoir le travailler pour la 1^{ère} date de plantation et seulement 1 jour pour travailler son sol pour la 2^{ème} date de plantation ; il a ensuite appliqué son paillage plastique noir habituel microperforé pour éviter l'herbe le 26/07.

Climatologie : Les températures moyennes journalières du sol sont autour de 35°C pendant la période de solarisation (Figure 3). Les températures ont été enregistrées toutes les heures.

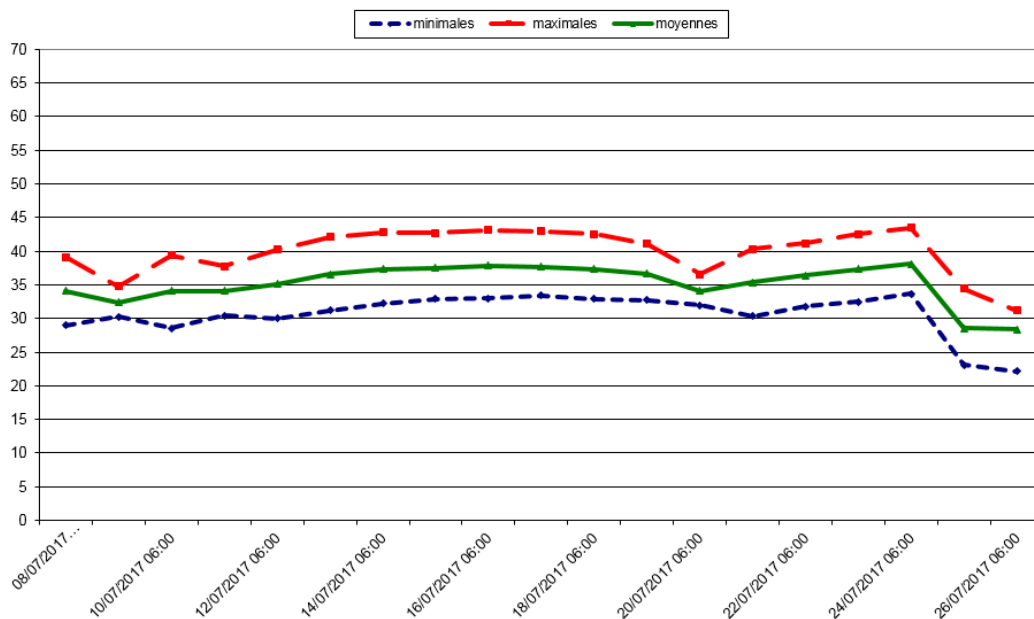


Figure 3 : Evolution des températures journalières moyennes du sol durant la période de solarisation

Les températures ont été très élevées dès le début du mois d'août avec une moyenne à environ 30°C. Il a même été observé des pics à 37°C du 5 au 7/08 août, ce qui n'a pas facilité la reprise des plants.

Sol : Très limoneux à tendance calcaire.

Sondes tensiométriques : Des sondes watermark ont été placées pendant toute la durée de l'essai, elles indiquent que la culture a toujours été en grand confort hydrique. La sonde de température du sol positionnée à 10 cm indique bien les 4 pics de températures observés les 29/07, 1/08 (jour de plantation), 5/08, et le 9/08, à plus de 40°C sous le paillage plastique

Jeunes plants : Ils étaient étioilés à la plantation donc assez fragiles.

Plantation le 27/07. Cycle semis-plantation : 16 jours.

La semaine suivant la plantation est caractérisée par des températures correctes.

Plantation le 1/08. Cycle semis-plantation : 14 jours

Fertilisation : Six nitrates ont été effectués, un dans chaque zone juste après avoir retiré le film plastique. Les résultats étaient tous très proches, avec des valeurs comprises entre 50 et 75 unités de nitrates (Les valeurs hautes caractérisant la parcelle avec la moutarde).

Une fertilisation de 11kg/100m² d'engrais 6-6-8 et de 6kg/100m² d'engrais 12-12-17 a été apportée sur toutes les parcelles, excepté pour la parcelle avec l'engrais de moutarde.

Dégâts en cours de culture : La reprise des plants de la 2^{ème} date de plantation a été difficile car la semaine qui a suivi la plantation était très chaude. Les visites des sangliers et des pigeons ont endommagés certains plants pendant la culture.

Un traitement insecticide au Karathé Zéon a été effectué 15 jours après plantation.

5.2 – Résultats

- Effet de la solarisation

Tableau 3 : Résultats de l'effet de la solarisation sur le témoin (les lettres entre parenthèses indiquent le groupe statistique d'appartenance)

Effet solarisation témoin H			
Date plantation	Modalités	Moyenne nb pl.mortes ± Ecart type	Moy.Indice maladie ± Ecart type
27-juil	Non Solarisé	12,5 ± 2,08 (a)	4,875 ± 0,25 (a)
27-juil	Solarisé	4,25 ± 1,50 (b)	2,5 ± 0,41 (b)
27-juil	Solarisé + moutarde	0,75 ± 0,96 (c)	1,125 ± 0,25 (c)
01-août	Non Solarisé	10,25 ± 3,50 (a)	4,375 ± 0,48 (a)
01-août	Solarisé	4,25 ± 4,03 (b)	3,375 ± 0,48 (a)
01-août	Solarisé + moutarde	4,5 ± 1,73 (b)	3,125 ± 0,63 (a)

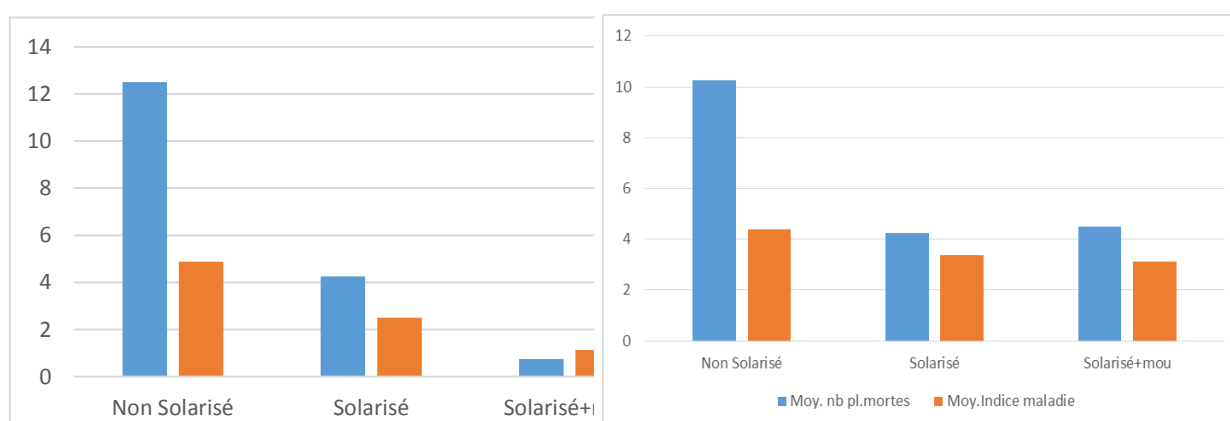


Figure 4 : Diagramme en barres de l'effet de la solarisation sur le témoin pour les deux dates de plantation (Gauche : 27/07 - Droite : 1/08)

L'effet de la solarisation est évident et permet de réduire l'inoculum dans le sol quel que soit la durée de solarisation. Pour la date de plantation du 27/07, la biofumigation avec la moutarde montre une réduction plus marquée de la maladie, autant au niveau de l'indice maladie que du nombre de plantes mortes. Pour la date de plantation du 1/08, l'effet de la biofumigation n'est pas visible mais cela est peut-être dû au fait que les conditions climatiques étaient très chaudes juste après la plantation et n'ont pas facilité la reprise des plants.



Parcelle solarisée + moutarde

Parcelle solarisée

Parcelle non solarisée

Figure 5 : Photographie de la plantation du 27/07

Tableau 4 : Effet de l'agent de biocontrôle (Les lettres entre parenthèses indiquent le groupe statistique d'appartenance – NS indique qu'il n'y a aucune différence significative)

Date plantation	Ag biocontrôle	Moy.Nb Plantes mortes ± Ecart type		Indice moy.maladie ± Ecart type	
		Non solarisé	Solarisé	Non solarisé	Solarisé
27-juil	Témoin H	12,5 ± 2,08 (a)	4,25 ± 1,50 (b)	4,875 ± 0,25 (a)	2,5 ± 0,41 (b)
27-juil	Se	16 ± 1,41 (a)	5,25 ± 0,96 (b)	5 ± 0,00 (a)	2,75 ± 0,29 (b)
27-juil	Ta	14 ± 6,06 (a)	5 ± 2,83 (b)	4,75 ± 0,50 (a)	2,625 ± 0,48 (b)
27-juil	Lb	12,25 ± 4,50 (a)	4 ± 3,16 (b)	4,75 ± 0,50 (a)	2,625 ± 0,25 (b)
27-juil	Moutarde	0 ± 0	0,75 ± 0,96 (b)		1,125 ± 0,25 (b)
01-août	Témoin H	10,25 ± 3,50 (a)	4,25 ± 4,03 (b)	4,375 ± 0,48 (a)	3,375 ± 0,48 (ab)
01-août	Se	9,25 ± 3,86 (a)	5,5 ± 2,52 (b)	4,125 ± 0,48 (a)	3,375 ± 0,48 (ab)
01-août	Ta	8,5 ± 4,51 (a)	5,25 ± 2,63 (b)	4,125 ± 0,63 (a)	3,375 ± 0,48 (ab)
01-août	Lb	10,25 ± 3,30 (a)	7 ± 2,58 (b)	3,125 ± 0,63 (a)	3,125 ± 0,63 (ab)
01-août	Moutarde		4,5 ± 1,73 (b)		3,125 ± 0,63 (ab)

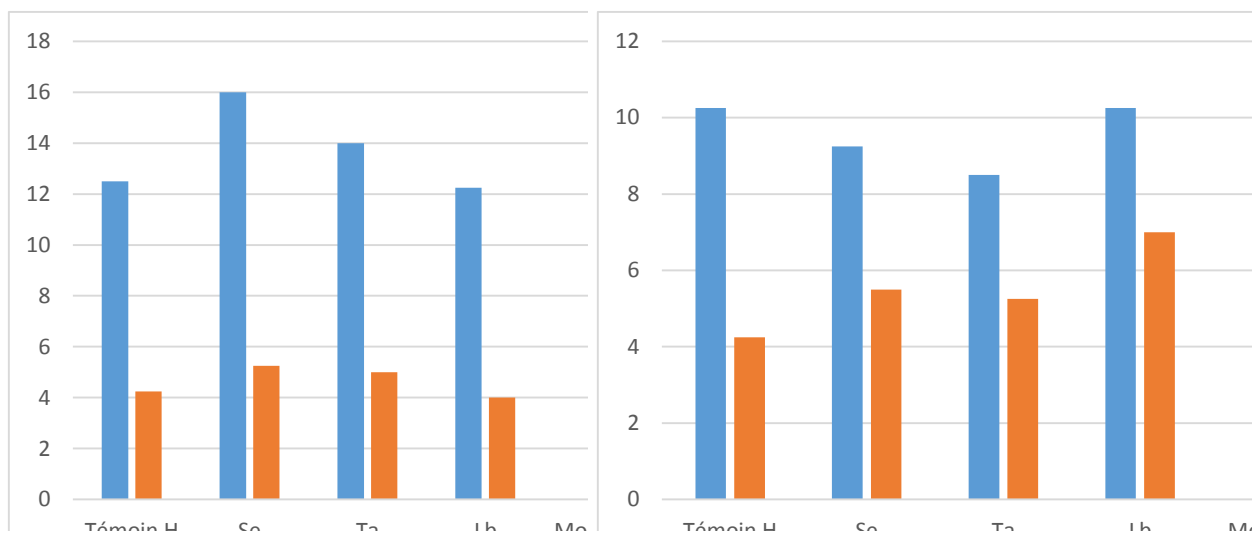


Figure 7 : Diagramme en barres de l'effet des agents de biocontrôle sur le nombre de plantes mortes pour les deux dates de plantation (Gauche : 27/07 - Droite : 1/08)

Les agents de biocontrôle appliqués au stade jeunes plants, après solarisation ou sans solarisation, ne permettent pas de réduire de façon évidente, le nombre de plantes mortes dues à la fusariose.

6 - Conclusions

On constate :

- Un effet positif de la solarisation même sur une courte durée de solarisation (de 15 à 21 jours). En revanche, cette méthode ne permet pas pour autant d'atteindre des plantes commercialisables à partir d'une variété sensible à la fusariose comme Hungarina ;
- Un effet notable de la bio-fumigation associé à la solarisation de 15 jours sur le pourcentage de plants morts et sur l'indice global de la maladie pour le témoin, pour la plantation du 27/07/2017 ;
- La plantation du 1/08 ne permet pas de conclure sur un effet supérieur de la solarisation seule. Néanmoins, les conditions de reprise ont été plus difficiles pour cette date de plantation, c'est pourquoi il serait intéressant de refaire des tests complémentaires lors de prochains essais pour pouvoir conclure.
- Aucun effet des traitements de biocontrôle n'est remarqué sur la deuxième partie de l'essai.

Renseignements complémentaires auprès de :

B. GARD, Ctifl / APREL, 13210 St Rémy de Provence, tél 04 90 92 39 47, mail : gard@ctifl.fr

C. PONS, Chambre d'Agriculture des Alpes Maritimes, 06296 Nice Cedex 3, tél. 04.93.18.45.00, mail : cpons@alpes-maritimes.chambagri.fr

Action A134

<p>Réalisé avec le soutien financier de :</p>	<p>Région  Provence-Alpes-Côte d'Azur</p>	<p> FranceAgriMer ÉTABLISSEMENT NATIONAL DES PRODUITS DE L'AGRICULTURE ET DE LA MER <i>La responsabilité de FranceAgriMer ne saurait être engagée</i></p>	<p> Liberté • Égalité • Fraternité RÉPUBLIQUE FRANÇAISE MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE DE L'ALIMENTATION DE LA PÊCHE DE LA RURALITÉ ET DE L'AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE <i>avec la contribution financière du compte d'affectation spéciale "Développement agricole et rural"</i> <i>La responsabilité du Ministère chargé de l'agriculture ne saurait être engagée</i></p>
<p>Réalisé avec le soutien financier de :</p>	<p>Région  Provence-Alpes-Côte d'Azur</p>	<p> ONEMA Office national de l'eau et des milieux aquatiques</p>	<p> Liberté • Égalité • Fraternité RÉPUBLIQUE FRANÇAISE MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE DE L'AGROALIMENTAIRE ET DE LA FORÊT <i>La responsabilité du Ministère chargé de l'Agriculture ne saurait être engagée</i></p>