

## Irrigation

# Adapter sa stratégie

**Maïs, blé, sorgho, pois et pomme de terre : dans un certain nombre de régions, le potentiel de rendement des grandes cultures n'est souvent atteint qu'avec le recours à l'irrigation. En cas de restriction et de contraintes d'utilisation de l'eau, l'irrigation doit être sérieusement adaptée pour limiter la baisse de la production.**

## Maïs

### Piloter les irrigations en ressource suffisante et restrictive

**Les besoins en eau d'irrigation du maïs sont connus dans les différentes régions de production. C'est par rapport à ces besoins que l'on peut apprécier l'intensité et le type de restriction et adapter des stratégies de conduite pour limiter les pertes.**

**S**elon la région, le climat et le type de sol, les besoins en eau d'irrigation varient. Des valeurs de références (*tableau 1*) permettent d'apprécier l'intensité et le type de restriction auxquels des exploitations, implantées dans des régions très différentes, doivent pouvoir faire face en visant un rendement acceptable.

La méthode de pilotage des irrigations IRRINOV® est adaptée aux contextes de ressource en eau suffisante, cas encore très représentés.

**▶ La meilleure solution est d'établir un calendrier prévisionnel d'irrigation.**

**En cas de volume limitant** (lac individuel ou collectif moins rempli qu'à la normale, nappe non reconstituée, gestion de la ressource par quota volumique), l'estimation du volume disponible par hectare est indispensable. Il faut alors éviter deux attitudes : irriguer le maïs comme si

#### Stratégie d'esquive

Il arrive qu'au cours de la campagne, le débit ou le volume d'irrigation soit réduit par voie réglementaire, suite à une baisse du niveau de la ressource en eau.

Ces limitations de débit se produisent le plus souvent en fin de période d'irrigation, au mois d'août, après que la ressource ait été fortement mise à contribution.

La date d'apparition de cette contrainte et son intensité sont peu prévisibles et compliquent la détermination d'un objectif de rendement et du volume d'irrigation correspondant.

Dans cette situation, la solution d'esquive peut être intéressante. Cette technique, qui consiste à implanter tôt des variétés plus précoces que la normale, permet au producteur de maïs de raccourcir la période d'irrigation et d'échapper aux restrictions de fin de cycle. En savoir plus : *Perspectives Agricoles* n°321 mars 2006, page 62.

**Augmenter le nombre d'irrigations sur maïs permet de mieux les répartir et de mieux profiter des pluies.**



Jean-Marc Deumier  
jm.deumier@arvalisinstitutduvegetal.fr  
Bernard Lacroix  
b.lacroix@arvalisinstitutduvegetal.fr  
ARVALIS – Institut du végétal

# en cas de restriction

Les besoins en eau d'irrigation par milieu pédo-climatique : maïs consommation (tab. 1)

Régions	Type de sol	Réserve Utile mm	Moyens d'irrigation nécessaires pour couvrir les besoins 8 ans sur 10		
			Débit mm/jour	Exemple dose/fréquence	Volume mm
Alsace	Hardt superficielle Plaine de l'Ill	40 à 50	5	30 mm tous les 6 jours	240
		> 140	3,5	35 mm tous les 10 jours	180
Centre	Limens argileux profonds Limens moyens Argilo-calcaires	> 130	3	30 mm tous les 10 jours	180
		80 à 130	3,5	25 mm tous les 7 jours	200
		60 à 120	4 à 4,5	30 mm tous les 7 jours	240
Poitou-Charentes et Pays de la Loire	Limens profonds Limens moyens Groies moyennes	> 150	3 à 3,5	30 mm tous les 10 jours	160 à 190
		100 à 150	3,5 à 4	25 mm tous les 7 jours	190 à 220
		70 à 130	4 à 4,5	30 mm tous les 7 jours	230 à 270
Nord Midi-Pyrénées	Boulbènes moyennes à profondes Boulbènes superficielles	120 à 160	4,3	30 mm tous les 7 jours	240
		80 à 120	5	25 mm tous les 5 jours	270
Sud Midi-Pyrénées	Boulbènes moyennes à profondes Boulbènes superficielles	120 à 160	3,8	27 mm tous les 7 jours	200
		80 à 120	4,5	23 mm tous les 5 jours	240
Rhône-Alpes	Graviers profonds plaine de Lyon Graviers superficiels plaine de l'Ain Graviers superficiels Drôme Limens sableux terrasses Drôme	130 à 150	4,5	35 mm tous les 8 jours	250
		70 à 80	5	25 mm tous les 5 jours	300
		70 à 80	5,5	28 mm tous les 5 jours	350 à 400
		130 à 150	4,5	32 mm tous les 7 jours	320
Aquitaine	Boulbènes sableuses moyennes Sables du Marsan Alluvions de l'Adour Champagne moyenne	140	-	-	170 à 240
		90	-	-	190 à 260*
		120	-	-	190 à 240*
		120	-	-	260 à 310

Sources : essais irrigation ARVALIS - Institut du végétal (en italique) ou expertise avec partenaires  
\* Fort gradient pluviométrique Est-Ouest

réduction d'un volume alloué à la semaine ou à la décade, interdiction d'irriguer certains jours de la semaine ou une partie de la journée. Ces mesures réglementaires sont souvent prévues avant la campagne d'irrigation (arrêté cadre) moyennant des indicateurs mesurés : débits des rivières ou niveau des nappes.

Ces limitations de débit se produisent le plus souvent en fin de période d'irrigation au mois d'août : c'est dans cette situation hydraulique que la diversification de la sole maïs avec du maïs « esquive » peut être intéressante (encadré).

Pour piloter les irrigations pendant la période sans contrainte, la méthode IRRINOV® est bien adaptée : la mesure des tensions permet de bien gérer le déclenchement des irrigations et leur durée d'interruption après les pluies.

Pendant la période de restriction, c'est la contrainte qui dicte le rythme des irrigations.

S'il reste de l'eau, l'arrêt des irrigations doit être bien géré : le stade « humidité du grain 50 % » sera atteint plus tôt si le stress hydrique a été marqué. Il est donc important de bien repérer ce stade à l'aide de la méthode d'observation des grains décrite dans le guide IRRINOV® ou en lisant les avertissements irrigation. ■

La prise en compte des besoins de référence permet de situer par région l'intensité et le type de contrainte.

le volume n'était pas limitant alors qu'il l'est ; limiter les irrigations de peur d'en manquer, au détriment du rendement de la culture, sans consommer au final tout le volume alloué.

Pour bien répartir les volumes, la meilleure solution consiste à adopter des doses unitaires modérées et à déterminer le nombre d'irrigations possibles. Pour un volume de 1500 m<sup>3</sup>/ha (150 mm), six irrigations de 25 mm valent mieux que cinq irrigations de 30 mm ou quatre irrigations de 38 mm : en effet, augmenter le nombre de passages permet de mieux répartir les irrigations et de mieux profiter des pluies.

Pour optimiser l'utilisation du volume disponible, un calendrier prévisionnel doit être établi, en privilégiant les périodes les plus sensibles de la culture (montaison, période encadrant la floraison, début du remplissage des grains) (tableau 2).

Ce calendrier doit ensuite être adapté en cours de campagne en fonction de l'évolution des stades de la culture et de la quantité de pluies tom-

bées : reporter les irrigations pour mieux couvrir les périodes sensibles ultérieures.

## Anticiper les restrictions

Dans certains cas, le débit peut être réduit par des interdiction de prélèvement. Cette situation est la conséquence d'une baisse du niveau de la ressource en eau : débit des rivières ou des nappes. Elle est de plus en plus accompagnée de mesures réglementaires :

Exemple de calendrier prévisionnel d'irrigation (en l'absence de pluie) (tab. 2)

Date de début de tour d'eau	25 juin	3 juillet	11 juillet	14-16 juillet	19 juillet	27 juillet	4 août	20-30 août
Volume disponible 150 mm	25 mm	25 mm	25 mm	floraison femelle	25 mm	25 mm	25 mm	humidité du grain 50 %

## Céréales

# Une bonne valorisation de l'eau après la floraison

**Pour les céréales, la période la plus sensible au manque d'eau se situe autour des stades épiaison – floraison. Néanmoins, l'irrigation après la floraison s'avère encore très rentable en cas de sécheresse et n'est pas remise en cause par les fortes températures.**



© M. Giban

**D**es besoins en eau importants sur la fin du cycle, conjugués à un risque de déficit hydrique important au cours de cette période, expliquent l'enjeu important de l'irrigation sur céréales.

En effet, les besoins en eau du blé tendre et du blé dur atteignent 350 mm entre le stade épi 1 cm et la maturité (300 pour l'orge de printemps). La moitié est consommée après le stade épiaison.

Dans de nombreuses régions, c'est au cours de la période de remplissage des grains que le risque de déficit hydrique est le plus fréquent et le plus important. De plus, il est souvent accompagné de températures élevées qui

aggravent l'effet du manque d'eau. Le *tableau 1* montre sur la période 1996-2005, le calendrier d'irrigation optimal du blé tendre (semis de la dernière décade d'octobre) sur les groies moyennes du Magneraud (17). Ainsi l'irrigation en post floraison s'est avérée nécessaire 5 années sur 10.

## L'efficacité de l'irrigation est encore importante après floraison

L'irrigation permet de maintenir la composante nombre de grains, essentielle pour le rendement en cas de sécheresse survenant dans les 10 jours après le stade floraison où des avortements de grains peuvent se produire. Au-delà, les apports d'eau vont permettre de préserver la composante poids de 1 000 grains. L'effet du déficit hydrique sur cette composante

**En cas de sécheresse, l'irrigation après floraison s'avère encore très rentable jusqu'au stade laitieux.**

sera d'autant plus important que le nombre de grains est élevé. Ainsi, l'irrigation après floraison est d'autant plus nécessaire que le nombre de grains mis en place est important.

De fortes températures fin mai début juin ne sont pas de nature à remettre en cause l'efficacité de l'irrigation, contrairement à une idée encore répandue d'inutilité de l'irrigation en cas de fortes températures. Au contraire, en abaissant de quelques degrés la température au niveau de la culture, l'irrigation permet de diminuer, voire d'annuler, l'impact du stress thermique. *A contrario*, en conditions sèches, les effets des fortes températures sont souvent amplifiés par le stress hydrique.

Les résultats des essais du Magneraud sur la période 1996-2005 (*tableau 2*), montrent que les années avec les températures les plus élevées au cours du remplissage présentent des efficacités de l'irrigation comparables aux autres années.

Les résultats de trois années d'expérimentation particulièrement déficitaires en eau, sur le site de Talcy (41) comparant trois régimes d'irrigation sur blé dur, illustrent également l'enjeu important et la bonne efficacité de l'irrigation en fin de cycle (*figure 1*).

Les résultats d'essais et de suivis de parcelles réalisés dans différentes régions de France (Auvergne, Sud-Ouest et Sud-Est) en 2006, montrent aussi des gains de rendement élevés avec l'irrigation, alors que les excès thermiques au cours de la période de remplissage des grains ont été parmi les plus importants de ces dernières années.

## L'irrigation tardive également favorable à la qualité des céréales

L'augmentation du poids de 1 000 grains induit par l'irrigation au cours du remplissage est favorable à certains critères de qualité, comme le calibre de l'orge de printemps,

**L'irrigation en post épiaison est donc particulièrement intéressante pour la qualité de l'orge de printemps.**

Alain Bouthier

a.bouthier@arvalisinstitutduvegetal.fr

ARVALIS – Institut du végétal



## Protéagineux

# Avancer la date de semis pour limiter les apports d'eau

**Les nouvelles variétés de pois d'hiver élargissent la gamme des protéagineux, adaptée à de nombreuses situations agroclimatiques et de ressources en eau.**

**S**émé fin octobre dans la moitié Est et mi-novembre dans la moitié Ouest, le pois d'hiver arrive à maturité dès la fin juin à l'Ouest et début juillet à l'Est. Avec une période de formation des graines avancée de 2 à 3 semaines par rapport aux semis de printemps, c'est au moins 80 à 100 mm d'eau économisés, dans la même situation agroclimatique et pour des rendements et des charges de culture comparables.

Les secteurs géographiques concernés par la culture du pois d'hiver sont très vastes, depuis le Centre-Ouest jusqu'au Nord-Est, sans oublier le Sud-Ouest; les sols les plus adaptés étant les argilocalcaires, les limons sains et d'une façon générale, les sols filtrants.

En Pays-de-la-Loire, par exemple, le pois d'hiver a obtenu un rendement de 42 q/ha, en moyenne sur les dernières années.

En cas de sécheresse précoce, par exemple dès la 2<sup>e</sup> quinzaine de mai, qui correspond dans le Centre et dans l'Ouest à la seconde moitié de la floraison, un apport d'eau peut toutefois être bien valorisé, avant la formation des derniers grains. Cette technique est notamment préconisée en Rhône-Alpes.

### Pois de printemps : des apports d'eau bien ciblés

Avec des dates de semis adaptées, le pois de printemps permet également de limiter les prélèvements de la ressource en eau.

En terres filtrantes du Sud-Ouest, l'avancement des dates de semis du pois de printemps en décembre, par rapport à des semis traditionnels de février, a fait ses preuves. Le choix des variétés les plus tolérantes au froid et le nombre de jours disponibles pour commencer à semer à cette époque permettent d'avancer la floraison et d'économiser au moins un tour d'eau. Cette technique est expérimentée par ARVALIS-UNIP et quelques partenaires en Poitou-Charentes en 2007.

Dans les limons de Beauce, même si les possibilités de semis ne sont globalement effectives qu'à partir de la mi-

février, la date de semis reste un facteur clé pour optimiser l'irrigation, notamment à travers la réduction du nombre de jours chauds pendant la période de formation des grains.

**▶** La période de formation des graines des pois d'hiver est avancée de 2 à 3 semaines par rapport aux semis de printemps et permet d'économiser au moins 80 à 100 mm d'eau.

Il en est de même dans les terres de groie de Poitou-Charentes: les semis peuvent être avancés à la fin janvier, notamment sur la façade Ouest, et ce d'autant que les ressources en eau à allouer au pois sont limitées, au profit du blé dur, de l'orge de brasserie et surtout du maïs.

Les apports d'eau sur cette culture seront d'autant plus efficaces qu'ils auront été bien

**Dans le Centre et dans l'Ouest, un apport d'eau peut être bien valorisé par le pois d'hiver en cas de sécheresse avant la formation des derniers grains.**

ciblés: la méthode IRRINOV® (encadré) permet de le faire.

### Féverole de printemps irriguée : une bonne alternative

La féverole de printemps représente une bonne alternative au pois de printemps dans les limons profonds du Nord Ouest, sans irrigation. Cependant, la nécessité d'irriguer la culture s'impose dans les limons du Centre et du Centre-Ouest, compte tenu de la longueur de la période sensible au déficit hydrique (début juin à mi-juillet).

La réponse à l'eau de cette espèce est du même ordre de grandeur que celle du pois (1,5 à 2,0 q/ha pour 10 mm) (tableau 4). L'irrigation de la féverole commence un peu

**Productivité comparée du pois et de la féverole en terres de groie de Poitou-Charentes. Résultats moyens 2001, 2002 et 2003 – ARVALIS – Institut du végétal**  
Le Magneraud (17) (tab. 4)

Type de sol RU : réserve utile		Groie profonde RU = 120 mm		Groie superficielle RU = 60 mm	
Variété		Pois ATHOS	Féverole MAYA	Pois ATHOS	Féverole MAYA
Productivité en sec	en q/ha	62,1	52,8	37,2	24,9
	en indice	100	85	100	67
Productivité en irrigué	en q/ha	74,8	71,3	53,0	52,6
	en indice	100	95	100	99
Apports d'eau (méthode IRRINOV®)		2 x 30 mm	3,5 x 30 mm	3 x 30 mm	4,5 x 30 mm
Efficiéce de l'eau (en q/ha pour 10 mm)		1,8	1,8	1,7	2,0

**L**a réponse à l'eau de la féverole est la même que celle du pois avec des efficacités de 1,5 à 2,0 q/ha pour 10 mm, dans des gammes d'apport de 60 à 150 mm.

Bernard Gaillard

b.gaillard@arvalisinstitutduvegetal.fr

ARVALIS – Institut du végétal

## Pomme de terre

# Anticiper les besoins de la culture

**Dans le cas de ressource en eau suffisante, la méthode IRRINOV® permet de conduire au mieux les irrigations. Mais si la ressource en eau est limitée, la stratégie de conduite de l'irrigation doit être repensée. Exemple dans deux cas de restriction.**

plus tard que celle du pois, mais dure plus longtemps : en effet, la période d'irrigation doit commencer en cours de floraison et peut durer, suivant les conditions climatiques, jusqu'à la formation des grains des 2 à 3 derniers étages. ■

### IRRINOV® : une même méthode pour plusieurs cultures

La culture du pois a été pionnière dans la mise au point et le développement de la méthode de pilotage proposée par ARVALIS-Institut du végétal, avec le concours de l'UNIP, de la FNAMS et des Chambres d'Agriculture de la région Centre.

Grâce à une prise en compte intégrée de plusieurs paramètres, que sont le type de sol, le stade de la culture, les conditions climatiques et la durée du tour d'eau, IRRINOV® permet un pilotage simple et fiable d'une parcelle ou d'un ensemble de parcelles aux caractéristiques voisines. Depuis 2000, cette méthode a fait des émules puisqu'on peut l'utiliser aussi sur le blé tendre, le blé dur, l'orge de printemps, le maïs et la pomme de terre.

Elle est disponible à ARVALIS-Institut du végétal ainsi qu'auprès des partenaires.

Accès en ligne sur [www.arvalisinstitutduvegetal.fr](http://www.arvalisinstitutduvegetal.fr)

**E**n situation de ressource en eau restrictive, les stratégies d'irrigation des pommes de terre doivent permettre, lors des années sèches, de limiter les pertes de rendement et de minimiser les impacts négatifs sur la qualité. Exemple pour deux types de production : les variétés demi-précoces pour la production de frites et les variétés demi-précoces à chair ferme.

**En cas de gestion volumétrique restrictive**, la stratégie d'irrigation doit s'appuyer sur un calendrier prévisionnel d'irrigation qui intègre les événements climatiques de la campagne (en particulier des pluies) et les éléments culturaux (en particulier des stades).

Pour les variétés destinées à la transformation, les irrigations ne commenceront pas avant le stade « initiation de la tubérisation ». La dose d'irrigation unitaire sera réduite. Cela permettra d'augmenter le nombre des irrigations et de mieux les répartir : par exemple, pour un volume total de 900 m<sup>3</sup>/ha, préférer 5 fois 18 mm ou 6 fois 15 mm que 4 fois 22 mm.

### Ajuster les besoins aux variétés

Les besoins en eau d'irrigation varient pour chaque région selon le climat, le type de sol et la variété de pomme de terre. Des essais ARVALIS - Institut du végétal/ITPT de Villers-Saint-Christophe (02) ont permis de quantifier les volumes nécessaires pour le Nord-Pas de Calais/Picardie (méthode IRRINOV® - couverture des besoins 8 années sur 10) :

- 1800 m<sup>3</sup>/ha pour les variétés demi-précoces de type Bintje pour la production de frite,
- 1200 m<sup>3</sup>/ha pour les variétés à chair ferme de type Charlotte.

Le débit nécessaire est de 3,5 mm par jour. Dans les sols moins profonds, ces volumes sont bien évidemment plus élevés.

Pour les variétés à chair ferme (type Charlotte), les irrigations seront centrées sur la mise en place du couvert afin d'assurer au mieux le nombre de tubercules. Une réduction de la dose d'irrigation unitaire permet là aussi d'augmenter

le nombre des irrigations : par exemple, pour un volume total de 600 m<sup>3</sup>/ha, préférer 5 fois 12 mm ou 4 fois 15 mm que 3 fois 20 mm.

**En cas de réduction des plages horaires d'irrigation**, pluie et réserve en eau du sol doivent fournir 2 mm/jour, contre 3,5 mm/jour en année normale. Les pluies permettront d'interrompre les irrigations. En cas de pluie, l'interruption des irrigations sera plus courte qu'en situation de débit normal, pour bien valoriser les pluies. Le nombre de jours d'interruption doit être réduit, grâce à la formule :

$$n = \frac{\text{mm de pluie}}{4}$$

Quel que soit le scénario de contrainte, la connaissance de la tension en eau des sols (sondes tensiométriques) est un plus pour prendre les décisions. ■

**En année sèche, l'irrigation doit permettre aux producteurs de pommes de terre de limiter les pertes de rendements et de minimiser les impacts négatifs sur la qualité.**

Jean-Marc Deumier  
[jm.deumier@arvalisinstitutduvegetal.fr](mailto:jm.deumier@arvalisinstitutduvegetal.fr)

François-Xavier Broutin  
[fx.broutin@arvalisinstitutduvegetal.fr](mailto:fx.broutin@arvalisinstitutduvegetal.fr)

ARVALIS – Institut du végétal

D'après un travail conduit avec  
Caroline Surleau et Elise Vannetzel,  
AGRO-TRANSFERT ressources et territoires.





© J.Y. Maurias, ARVALIS-Institut du végétal

Pour atteindre le potentiel de rendement en année sèche, l'irrigation n'est pas utile avant le stade 10 feuilles, sauf pour aider la levée.

## Sorgho

# Comment répartir au mieux des volumes souvent restreints

**Le sorgho est une culture reconnue pour sa résistance au stress hydrique. Mais cette résistance a ses limites et l'irrigation peut lui être profitable !**

**D**es écarts de 30 à 40 q/ha peuvent être observés entre des conduites de sorgho en sec et des conduites irriguées. Pour permettre aux variétés d'exprimer pleinement leur potentiel, le recours à l'irrigation doit parfois être envisagé.

Entre le stade 8-10 feuilles début à mi-juin et le stade gonflement début à mi-juillet, un besoin en eau non satisfait risque de limiter la croissance du sorgho, de perturber l'épiaison

de certaines variétés et d'affecter la fertilité des panicules. Si la densité/m<sup>2</sup> est trop élevée, ces risques sont accrus.

La période la plus sensible va du stade gonflement à la floraison. Un stress hydrique marqué affectera la fertilité des panicules.

**Pour atteindre le potentiel de rendement en année sèche**, l'irrigation n'est pas utile avant le stade 10 feuilles, sauf pour aider la levée.

En sol de réserve moyenne (terrefort de coteaux, sol de limon...), une première irrigation est justifiée au stade 10 feuilles s'il n'y a pas eu de pluie significative (20 mm) les 10-15 jours précédents. En sol

profond, une première irrigation ne sera justifiée que si les 20 mm ne sont pas atteints au stade gonflement.

Après la première irrigation, apporter 35 mm tous les 10 à 12 jours dans le Sud-Ouest et Poitou-Charentes, ou 35 mm tous les 9-10 jours dans le Sud-Est.

Une averse supérieure à 10 mm permettra d'interrom-

### Ajuster l'irrigation si seulement 1, 2 ou 3 irrigations disponibles

**E**n année sèche, les doses totales d'irrigation nécessaires pour atteindre le potentiel de rendement du sorgho sont de 3 à 5 fois 35 mm.

Si une seule irrigation est possible, il faudra la positionner au stade gonflement, mais elle sera très insuffisante en sol peu profond. Si deux irrigations sont possibles, positionner un tour d'eau de 35 mm au stade gonflement et un second à la floraison pour les sols moyens à profonds. Pour les sols superficiels, positionner ces apports au stade 10 feuilles et au stade gonflement.

Si trois irrigations sont possibles, les positionner au stade 10 feuilles, gonflement et floraison. Pour les sols profonds, le premier apport aura lieu au stade gonflement et le dernier 15 jours après l'épiaison et on se rapprochera du potentiel de production des variétés.

Dans tous les cas, si, dans les 10 jours précédents la première irrigation, survient une averse de plus de 20 mm, la reporter de 8 à 10 jours.

pre les tours d'eau sur la base d'une formule « durée d'interruption des tours = volume de pluie/4 ». S'il pleut 20 mm, l'interruption de l'irrigation sera de 5 jours.

Le dernier tour d'eau doit débuter 20 à 25 jours au plus tard après l'épiaison du sorgho. Comme pour le maïs, la mesure de la tension en eau du sol à l'aide de sondes Watermark® permet de déclencher les tours d'eau au plus près des seuils établis (tableau 3). ■

### Seuils de déclenchement de l'irrigation pour des tours d'eau de 6 à 8 jours (tab. 3)

Prof. sondes	10 feuilles	Gonflement	Floraison	Epiaison + 20 jours
30 cm	60 cbar	90 cbar	90 cbar	110 cbar
60 cm	0-10 cbar	50 cbar	70 cbar	100 cbar

**L**e dernier tour d'eau doit débuter 20 à 25 jours au plus tard après l'épiaison du sorgho.

Jean-Marc Deumier  
jm.deumier@arvalisinstitutduvegetal.fr

Jean-Luc Verdier  
jl.verdier@arvalisinstitutduvegetal.fr

ARVALIS – Institut du végétal