

Essais de variétés de trèfle d'Alexandrie et de trèfle Incarnat

Rainer Frick¹, Eric Mosimann¹, Philippe Aebi¹, Daniel Suter² et Hansueli Hirschi²

¹Station de recherche Agroscope Changins-Wädenswil ACW, 1260 Nyon, Suisse

²Station de recherche Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, 8046 Zurich, Suisse

Renseignements: Rainer Frick, e-mail: rainer.frick@agroscope.admin.ch, tél. +41 22 363 46 87



Figure 1 | Le trèfle d'Alexandrie est une légumineuse importante dans les mélanges de culture dérobée non-hivernante fournissant un fourrage riche en protéines.

Introduction

Le trèfle d'Alexandrie et le trèfle Incarnat sont deux légumineuses à croissance rapide préférant un climat doux. Elles proviennent de la région méditerranéenne. Caractérisées par une levée rapide, une bonne couverture du sol et une production de racines importante, les deux espèces sont surtout utilisées comme culture dérobée, et depuis récemment comme culture intermédiaire associée à la phacélie. Plusieurs variétés de trèfle d'Alexandrie figurent dans la Liste des variétés recommandées de plantes fourragères (Frick *et al.* 2012), tandis que, pour le trèfle Incarnat, il n'y a actuellement pas encore d'inscription.

Trèfle d'Alexandrie

Le trèfle d'Alexandrie (*Trifolium alexandrinum* L.) est une légumineuse imposante à port dressé, dont la hauteur peut atteindre un mètre (fig. 1). Sa croissance est similaire à celle de la luzerne. Les fleurs sont de couleur jaune-blanc et disposées à la tête des tiges. Le trèfle d'Alexandrie est une plante des climats doux, il nécessite des températures de germination élevées (optimum près de 25 °C) et est sensible au gel. Dans des situations rudes, sa culture n'est pas recommandée. Il préfère des sols plutôt légers et calcaires et ses exigences par rapport au régime en eau sont assez élevées (Gujer *et al.* 1983). Au cours des années plutôt humides, l'antracnose des trèfles (*Gloeosporium caulivorum* Kirchn.) peut occasion-



Figure 2 | En conditions humides, l'antracnose des trèfles peut endommager les pétioles et les tiges du trèfle d'Alexandrie et occasionner des pertes de rendement importantes. Les variétés résistantes à cette maladie sont à préférer.

ner des dégâts importants (Raynal *et al.* 1989); (fig. 2). Les semis peuvent être effectués de mi-avril à mi-août, en mélange avec des graminées. En conditions favorables, les semis du printemps permettent de réaliser trois coupes. Les mises en place plus tardives fournissent des rendements plus faibles. Les semis d'été après moisson donnent en général une seule coupe avec un rendement d'environ 30 à 40 dt de matière sèche par ha. La durée de développement du semis jusqu'à la première coupe est de 60 à 70 jours. Afin de ne pas couper les tiges latérales et d'assurer une repousse intacte, une fauche précoce (stade des boutons floraux) et pas trop rase est indispensable pour son maintien (Nösberger 1984). Le trèfle d'Alexandrie est employé dans les mélanges annuels Mst 106 et 108 ainsi que dans le mélange de deux ans Mst 210 (Mosimann *et al.* 2012). Ces mélanges garantissent des rendements élevés et un fourrage appétant. Celui-ci est utilisé idéalement pour l'affouragement en vert ou pour la conservation en ensilage.

Trèfle Incarnat

Comparable au trèfle d'Alexandrie, le trèfle Incarnat (*Trifolium incarnatum* L.) se plaît uniquement dans des régions à climat doux et supporte mal les gels (fig. 3). Durant son développement, il demande des conditions clémentes, suffisamment chaudes et humides. Ses tiges et ses feuilles sont fortement poilues et ses fleurs sont rouge foncé. Ses racines peuvent atteindre des profondeurs allant jusqu'à 60 cm. La hauteur de croissance varie entre 20 et 40 cm au maximum. Il n'a pas d'exigence spécifique au niveau du sol, mais préfère tout de même les terres profondes avec un pH neutre (Gujer *et al.* 1983). Après le semis, le trèfle Incarnat s'installe rapidement et son développement du semis jusqu'à la florai-

Résumé

De 2010 à 2012, les stations de recherche Agroscope Reckenholz-Tänikon ART et Changins-Wädenswil ACW ont examiné la valeur agronomique de huit variétés de trèfle d'Alexandrie et de trois variétés de trèfle Incarnat. Les caractéristiques suivantes ont été évaluées: rendement en matière sèche, vitesse d'installation, impression générale, force de concurrence, persistance, résistance aux maladies ainsi qu'aux conditions hivernales et teneur en matière sèche. Le classement des variétés s'est effectué sur la base du calcul d'un indice global pondérant l'ensemble de ces critères. Pour le trèfle d'Alexandrie, l'assortiment des variétés recommandées est désormais complété par la nouvelle obtention Bluegold. En revanche, l'ancienne variété Elite II a été radiée. Des trois variétés de trèfle incarnat nouvellement testées, seule Contea sera inscrite dans la liste des variétés recommandées de plantes fourragères. Clo et Carmina, les deux autres variétés testées, pourront encore être employées dans les mélanges standard jusqu'au 31 décembre 2015.



Figure 3 | Le trèfle Incarnat est employé dans les mélanges de cultures dérobées hivernantes (p. ex. mélange de Landsberg). Au printemps, afin de d'avoir un fourrage de haute qualité, cette légumineuse doit être fauchée au plus tard au début de la floraison. ➤

Tableau 1 | Caractéristiques des essais variétaux de trèfle d'Alexandrie (TA) et de trèfle Incarnat (TI) 2010-2012

| Lieu (canton) | Altitude | Date de semis | Nombre de répétitions | | | | Nombre de coupes pesées | | | | | |
|------------------|----------|--------------------------|-----------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------------|----|------|----|------|----|
| | | | pur | | mélange | | 2010 | | 2011 | | 2012 | |
| | | | TA ¹ | TI ² | TA ³ | TI ⁴ | TA | TI | TA | TI | TA | TI |
| Changins (VD) | 430 | 04/08/2010 02/08/2011 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | 1 | – | – | – | – |
| | | | 3 | 3 | 3 | 3 | – | – | 2 | 1 | – | – |
| Reckenholz (ZH) | 440 | 17/04/2010 30/04/2012 | 4 | 4 | – | – | 3 | 3 | – | – | – | – |
| | | | 4 | 4 | 3 | 3 | – | – | – | – | 3 | 1 |
| Seebach (ZH) | 440 | 19/04/2010 | – | – | 3 | – | – | 4 | – | – | – | – |
| Rümlang (ZH) | 450 | 06/09/2010 29/07/2011 | 4 | 4 | 3 | 3 | – | – | – | 1 | – | – |
| | | | 4 | 4 | 3 | 3 | – | – | 1 | 1 | – | – |
| Oensingen (SO) | 460 | 16/04/2010 | – | – | – | – | – | 2 | – | – | – | – |
| Ellighausen (TG) | 520 | 26/08/2010 20/08/2011 | 4 | 4 | 3 | 3 | 1 | 1 | – | 1 | – | – |
| | | | 4 | 4 | 3 | 3 | – | – | 1 | 1 | – | – |
| Goumoens (VD) | 630 | 10/08/2010 05/08/2011 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | 1 | – | – | – | – |
| | | | 3 | 3 | 3 | 3 | – | – | 2 | 1 | – | – |

Densité de semis:
¹250 g/a trèfle d'Alexandrie (variété témoin «Winner»)

²300 g/a trèfle Incarnat (variété témoin «Carmina»)

³200 g/a trèfle d'Alexandrie (variété témoin «Winner»)

+ 100 g/a ray-grass d'Italie «Ellire»

+ 100 g/a ray-grass Westerwold «Primora»

⁴120 g/a trèfle Incarnat (variété témoin «Carmina»)

+ 100 g/a ray-grass d'Italie «Ellire»

+ 100 g/a ray-grass Westerwold «Primora»

son dure environ 60 jours. Dans le cas d'un semis opportun en fin d'été, on peut réaliser une coupe en automne et une deuxième après l'hiver, puis il meurt. Le trèfle Incarnat est utilisé dans les mélanges de dérobées hivernantes, par exemple dans le Mst 151 (mélange de Landsberg) avec vesce d'hiver et ray-grass ou dans le Mst 155 avec luzerne et ray-grass (Mosimann *et al.* 2012). Ces deux mélanges standard sont destinés à l'affouragement en vert et à la conservation en ensilage. Les mélanges contenant du trèfle Incarnat doivent être fauchés à temps et pas trop bas. La deuxième coupe se fait relativement tard au printemps suivant et ne permet de mettre en place pratiquement que du maïs pour la suite. Pour la planification de la rotation des cultures, il faut tenir compte du fait que le trèfle Incarnat est très sensible à la sclérotiniose (*Sclerotinia trifoliorum*). Les mélanges contenant du trèfle Incarnat retirent une certaine quantité d'eau à la culture suivante, ce qui peut être un inconvénient en situation de sécheresse. De plus, pour le bétail, les feuilles poilues peuvent occasionner des problèmes de digestion, spécialement dans les cas de sur-maturité des plantes (Nösberger 1984).

Matériel et méthodes

De 2010 à 2012, les Stations de recherche Agroscope Reckenholz-Tänikon ART et Changins-Wädenswil ACW ont examiné la valeur agronomique de huit variétés de trèfle d'Alexandrie et de trois variétés de trèfle Incarnat dans

des essais comparatifs. Les semis ont eu lieu, selon le lieu d'essai, principalement en été et partiellement au printemps. Le tableau 1 fournit des indications sur les lieux, les dates de semis et le nombre de coupes pesées. Les variétés à tester ont été semées en culture pure et en association avec les ray-grass d'Italie et Westerwold sur des parcelles d'une grandeur de 9 m². Ces mélanges ont permis d'apprécier la force de concurrence des variétés testées. Ni les cultures pures ni les mélanges n'ont été fertilisés avec de l'azote. Les cultures pures ont fait l'objet de plusieurs observations, telles que la vitesse d'installation, l'aspect général (impression générale, densité, capacité de repousse), la résistance aux maladies foliaires (trèfle Incarnat), à l'antracnose des trèfles (trèfle

Tableau 2 | Essais variétaux de trèfle d'Alexandrie: provenance et classement des variétés testées

| N° | Variété | Obtenteur, pays | Catégorie ¹ |
|----|------------|-------------------|------------------------|
| 1 | Tigri | Mediterranea, IT | 1 |
| 2 | Sacromonte | CRA-FLC, IT | 1 |
| 3 | Winner | Freudenberger, DE | 1 |
| 4 | Miriam | Sumeran, IT | 1 |
| 5 | Elite II | Seedmark, AU | 2/3 |
| 6 | Tabor* | Agridera, IL | 1 |
| 7 | Bluegold | Ferri, IT | 1 |
| 8 | Alex | Continental, IT | 3 |

Variétés en caractère gras = anciennes variétés recommandées

* Variété mono-coupe

¹Classement des variétés basé sur les résultats des essais:

catégorie 1:

Variété recommandée en Suisse

catégorie 2/3:

 Ancienne variété recommandée déclassée en vue d'une radiation dès le 1^{er} janvier 2016

catégorie 3:

Variété moyenne et non recommandée en Suisse, sans caractéristiques particulièrement intéressantes

Tableau 3 | Résultats des essais variétaux de trèfle d'Alexandrie 2010–2012

| N° | Variété | Rendement 1 ^{ère} coupe ¹ | Rendement total ^{1*} | Aspect général ¹ | Vitesse d'installation | Force de concurrence | Persistance ¹ | Résistance à l'antracnose ¹ | Teneur en matière sèche | Indice |
|----|----------------------|---|-------------------------------|-----------------------------|------------------------|----------------------|--------------------------|--|-------------------------|---------------------|
| 1 | Tigri | 4,8 | 4,3 | 3,0 | 3,8 | 5,1 | 4,8 | 3,3 | 3,9 | 4,08 |
| 2 | Sacromonte | 4,6 | 4,4 | 2,8 | 3,9 | 5,1 | 4,8 | 3,8 | 5,4 | 4,24 |
| 3 | Winner | 5,2 | 4,7 | 3,1 | 4,3 | 5,5 | 5,0 | 3,3 | 4,8 | 4,39 |
| 4 | Miriam | 5,2 | 5,2 | 3,1 | 4,2 | 5,3 | 4,9 | 4,0 | 4,9 | 4,55 |
| 5 | Elite II | 5,1 | 4,9 | 3,6 | 5,3 | 5,9 | 4,5 | 4,4 | 5,0 | 4,71 |
| | Moyenne des témoins | 5,0 | 4,7 | 3,1 | 4,3 | 5,4 | 4,8 | 3,7 | 4,8 | 4,39 |
| 6 | Tabor ^{***} | 4,0 | 5,5 | 3,0 | 3,0 | 5,0 | ** | ** | 4,7 | 4,17 ^{***} |
| 7 | Bluegold | 4,7 | 4,2 | 3,2 | 4,4 | 5,7 | 4,2 | 2,4 | 5,2 | 4,04 |
| 8 | Alex | 6,3 | 5,5 | 3,3 | 4,4 | 5,2 | 5,0 | 4,4 | 6,0 | 4,97 |

Variétés en caractère gras = anciennes variétés recommandées

Notes: 1 = très élevé, très bon; 5 = moyen; 9 = très faible, très mauvais

¹Notes de rendement de 4 lieux avec 1 à 3 coupes pesées en 2010 et 1 à 2 coupes pesées en 2011 ainsi que d'un lieu avec 3 coupes pesées en 2012

* Caractéristiques comptant double dans le calcul de l'indice global

** Aucune observation possible

*** Variété mono-coupe, moyenne (témoin): 4,41

d'Alexandrie) ainsi qu'aux conditions hivernales et la persistance. De plus, la matière sèche à la récolte a été analysée, car des teneurs faibles en matière sèche peuvent causer des problèmes à l'affouragement et à la conservation. Les notations ont été faites selon une échelle de 1 à 9, 1 étant la meilleure note et 9 la moins bonne. Les récoltes des parcelles ont été pesées et les rendements annuels en matière sèche ont été convertis en notes de 1 à 9 selon un traitement statistique. Une distinction a été faite entre le rendement de la première coupe et le rendement total.

Pour le classement des variétés, toutes les notations ont été prises en compte sous forme d'un indice global. Certaines caractéristiques ont un poids plus important dans cette évaluation finale. Pour le trèfle d'Alexandrie, les notes pour le rendement, l'aspect général, la persistance et la résistance à l'antracnose des trèfles comptent double par rapport aux autres caractéristiques. Pour le trèfle Incarnat, il s'agit du rendement, de l'aspect général et de la résistance aux maladies foliaires. Une nouvelle variété est recommandée si sa valeur d'indice global est de 0,20 points en dessous (valeur inférieure = meilleure) à la moyenne des variétés témoins, anciennement inscrites dans la liste des variétés recommandées. Une ancienne variété est éliminée si son indice global est de 0,20 points supérieur (valeur supérieure = résultats moins bons) à la moyenne des témoins. L'espèce du trèfle Incarnat étant examinée pour la première fois dans le cadre de l'étude variétale, aucune variété témoin n'était disponible. Nous nous sommes donc basés sur la moyenne des valeurs des trois nouvelles variétés testées pour calculer l'indice global.

Résultats

Pour le trèfle d'Alexandrie, six variétés déjà recommandées et deux nouvelles (Bluegold et Alex) ont été testées (tabl. 2). Les deux nouvelles obtentions proviennent d'Italie. A l'exception de Tabor, toutes les variétés testées sont multi-coupes et permettent, dans le cas d'un semis au printemps, d'effectuer trois coupes - quoi qu'il en résulte pour la dernière coupe un rendement médiocre. Pour la variété Tabor, la persistance n'a pas été évaluée en raison de son caractère mono-coupe; de même pour les attaques par l'antracnose des trèfles, cette maladie n'apparaissant qu'à l'automne et uniquement dans les semis de printemps (site de Reckenholz en 2010). Pour ces raisons, un indice global spécifique a dû être établi, afin d'évaluer et de classer la variété Tabor.

Le meilleur indice a été atteint par la nouvelle obtention Bluegold (tabl. 3). Elle était non seulement la meilleur- ➤

Tableau 4 | Essais variétaux de trèfle Incarnat: provenance et classement des variétés testées

| N° | Variété | Obtenteur | Catégorie ¹ |
|----|---------|-----------------|------------------------|
| 1 | Contea | Continental, IT | 1 |
| 2 | Clo | Ferri, IT | 3 [†] |
| 3 | Carmina | Carneau, FR | 3 [†] |

Variétés en caractère gras = anciennes variétés recommandées

¹Classement des variétés basé sur les résultats des essais:

catégorie 1:

Variété recommandée en Suisse

catégorie 3:

Variété moyenne et non recommandée en Suisse, sans caractéristiques particulièrement intéressantes

[†]Peut encore être utilisée à la place de Contea jusqu'au 31 décembre 2015

Tableau 5 | Résultats des essais variétaux de trèfle Incarnat 2010-2012

| N° | Variété | Rendement 1 ^{re} coupe [*] | Rendement total ^{**} | Aspect général [*] | Vitesse d'installation | Force de concurrence | Persistance | Tolérances/résistances | | Teneur en matière sèche | Indice |
|---|---------|--|-------------------------------|-----------------------------|------------------------|----------------------|-------------|------------------------|---------------------------------|-------------------------|-------------|
| | | | | | | | | Conditions hivernales | Maladies foliaires [*] | | |
| 1 | Contea | 2,6 | 2,8 | 3,6 | 1,8 | 6,1 | 5,7 | 6,4 | 5,1 | 4,6 | 3,94 |
| 2 | Clo | 5,5 | 5,8 | 4,0 | 3,1 | 6,8 | 6,8 | 5,4 | 4,3 | 5,4 | 5,07 |
| 3 | Carmina | 7,1 | 6,8 | 4,8 | 4,5 | 6,8 | 5,8 | 4,6 | 3,5 | 5,0 | 5,48 |
| Moyenne des témoins^{**} | | 5,1 | 5,1 | 4,1 | 3,1 | 6,6 | 6,1 | 5,5 | 4,3 | 5,0 | 4,83 |

Notes: 1 = très élevé, très bon; 5 = moyen; 9 = très faible, très mauvais

^{*}Notes de rendement de 6 lieux avec 1 à 4 coupes pesées en 2010 et 1 coupe pesée en 2011 ainsi que d'un lieu avec 1 coupe pesée en 2012

^{*}Caractéristiques comptant double dans le calcul de l'indice global

^{**}La moyenne des témoins correspond à la moyenne des trois variétés testées, car aucune variété recommandée disponible

leure pour le rendement total, mais s'est également distinguée par de bonnes notes pour la résistance à l'antracnose des trèfles, pour la persistance et pour l'aspect général. En revanche, elle était moins satisfaisante au niveau de la levée, de la force de concurrence et de la teneur en matière sèche. Comme ces caractéristiques ne comptent qu'une fois dans le calcul de l'indice global, Bluegold a tout de même atteint une valeur lui permettant d'être inscrite dans la Liste des variétés recommandées. La deuxième nouvelle obtention testée, Alex, ne peut pas être recommandée, car son indice global excède largement la moyenne du standard. Parmi les anciennes variétés recommandées, Tigri a réalisé le meilleur indice global. Cette variété a obtenu des valeurs favorables pour tous les critères, en particulier pour son potentiel de rendement et ses teneurs élevées en matière sèche. Sacromonte aussi se distingue par une bonne productivité et le meilleur résultat pour l'aspect général. Ses teneurs en matière sèche sont plutôt faibles. Tabor, la seule variété mono-coupe, n'a pas pu être comparée aux autres variétés. Son indice global de 4,17 se réfère à un standard, dans lequel la persistance et la résistance à l'antracnose des trèfles ne sont pas prises en compte. Tabor présente des atouts surtout au niveau du rendement de la première pousse. L'aspect général et la vitesse d'installation sont d'autres critères avec lesquels elle se distingue. Comme Winner, Tabor est une variété qui pousse en hauteur, ce qui la rend sensible à la verse. La variété Elite II sera radiée de la liste des variétés recommandées, en raison de notes insuffisantes pour la plupart des critères.

Pour le trèfle Incarnat, trois variétés ont été testées: Contea, Clo et Carmina (tabl. 4). Comme ces trois variétés n'ont pas encore été recommandées, la moyenne de leurs indices a servi comme référence de comparaison. Contea s'est montrée la plus performante non seulement au niveau du rendement, de l'aspect général et de

la vitesse d'installation, mais également par une force de concurrence élevée, une bonne persistance et des teneurs élevées en matière sèche (tabl. 5). Seules les résistances aux conditions hivernales et aux maladies foliaires ont été moins satisfaisantes. Sur la base de ces résultats, Contea figurera sur la liste des variétés recommandées et pourra être utilisée dans les mélanges standard. Clo et Carmina, actuellement commercialisées en Suisse, pourront encore être utilisées jusqu'au 31 décembre 2015.

Conclusions

Sur la base des résultats obtenus dans les essais variétaux de 2010 à 2012, la liste des variétés recommandées de plantes fourragères sera modifiée comme suit:

- **Trèfle d'Alexandrie:** l'ancienne variété recommandée Elite II sera retirée de l'assortiment à partir du 1^{er} janvier 2016 et est remplacée par la nouvelle obtention Bluegold.
- **Trèfle Incarnat:** des trois variétés nouvellement testées, Contea sera ajoutée à la liste des variétés recommandées. Les deux variétés Clo et Carmina, actuellement commercialisées en Suisse, pourront encore être utilisées jusqu'au 31 décembre 2015. ■

Riassunto**Trifoglio alessandrino e incarnato: Risultati delle prove varietali da 2010 a 2012**

Le Stazioni di ricerca Agroscope Reckenholz-Tänikon ART e Changins-Wädenswil ACW tramite delle prove varietali hanno esaminato le attitudini di coltura di otto varietà di trifoglio alessandrino e tre varietà di trifoglio incarnato. Sono state appurate seguenti caratteristiche: produttività, vigore giovanile, bontà della cotica, concorrenzialità, persistenza, e resistenza alle malattie e allo svernamento e contenuto di sostanza secca. Per valutare e comparare le varietà è stato calcolato un indice per ogni varietà che corrisponde alla media di tutti parametri analizzati. Per il trifoglio alessandrino la lista delle varietà consigliate viene completata con la varietà Bluegold, mentre la varietà Elite II sarà stralciata dal 2016. Tra le tre varietà di trifoglio incarnato è la nuova selezione Contea che viene aggiunta alla lista delle varietà consigliate. Le altre due varietà Clo e Carmina possono essere utilizzate fino alla fine 2015 al posto di Contea.

Bibliographie

- Frick R., Bertossa M., Suter D. & Hirschi H. U., 2012. Liste 2013–2014 des variétés recommandées de plantes fourragères. *Recherche Agronomique Suisse* 3 (10), 1–8.
- Gujer H., Rotacher A., Röthlisberger K. & Studer H., 1983. Pflanzen unserer Wiesen und Weiden. Landwirtschaftliche Lehrmittelzentrale LMZ, Zollikofen, 16–19.
- Mosimann E., Frick R., Suter D. & Rosenberg E., 2012. Mélanges standard pour la production fourragère 2013-2016. *Recherche Agronomique Suisse* 3 (10), 1–12.

Summary**Berseem clover and Crimson clover variety trials (2010-2012)**

From 2010 through 2012, the Agroscope Reckenholz-Tänikon ART and Agroscope Changins-Wädenswil ACW research stations tested in total eight varieties of Berseem clover and three varieties of Crimson clover in comparative variety trials at seven experimental sites. All varieties were grown in pure stands and in mixture with grasses. The parameters assessed were dry matter yield, juvenile development, vigour, competitive ability, persistence, resistance to leaf diseases and winter conditions and dry matter content. For each variety, an index-value based on field measurements and observations was calculated, allowing an accurate comparison of the varieties. According to the results, one new variety of Berseem clover (Bluegold) will be added to the «List of recommended varieties of forage plants». The previously recommended variety Elite II has been disqualified. With Crimson clover, one of the three breeds tested (Contea) reached the index-value required for recommendation. The two other varieties Clo and Carmina will not be recommended, but can still be used in standard mixtures until the end of 2015.

Key words: *Trifolium alexandrinum* L., *Trifolium incarnatum* L., variety test, list of recommended varieties.

- Nösberger J., 1984. Futterbau I – Unterlagen zur Vorlesung, Institut für Pflanzenbau, ETH-Zurich, 91.
- Raynal G., Gondran J., Bournoville R. & Courtillot M., 1989. Ennemis et maladies des prairies. Institut national de la Recherche agronomique INRA éd. Paris, 109-110.