

# Mieux réfléchir sa fertilisation en vignoble IGP. Quelles nouvelles technologies pour nous y aider ?

THIERRY DUFOURCQ<sup>1</sup>, FRÉDÉRIC LOPEZ<sup>1</sup>, BRIGITTE MILLE<sup>2</sup>, LAURE GONTIER<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Institut Français de la Vigne et du Vin, Pôle Sud-ouest, Château de Mons, 32100 Caussens

<sup>2</sup> Institut Français de la Vigne et du Vin, Pôle Sud-Ouest, 81310 Lisle sur Tarn, France.

Email : [thierry.dufourcq@vignevin.com](mailto:thierry.dufourcq@vignevin.com)

## Introduction

Le producteur en vignoble IGP a la nécessité de répondre à un triple objectif : produire un niveau qualitatif de vin qui correspond au style qu'il a défini et auquel le consommateur est habitué ; assurer un volume de production de raisins à l'hectare suffisant, entre 10 et 15 tonnes, pour permettre sa rémunération et la durabilité de l'exploitation ; maîtriser ses pratiques pour réduire l'impact environnemental de la viti-viniculture au niveau de l'utilisation des intrants ou des émissions de polluants.

La vigne est une culture dont les besoins sont faibles. Pour optimiser sa nutrition, il est impératif de connaître les propriétés de son sol, l'état organique et calcique, le pH. Ce sont les principaux facteurs qui interviennent pour l'assimilation par la plante des éléments disponibles dans le sol. Les éléments minéraux fertilisants de la vigne ont fait l'objet de nombreuses études et des points clés sont aujourd'hui reconnus. Bien que jouant un rôle important dans le développement de la vigne, les carences en phosphore observées sont très rares. Des essais conduits en Champagne, sur sol carencé en phosphore, comparant des doses d'apport n'ont pas mis en évidence de différences d'effets sur le végétal et les raisins (Garcia, Duron *et al.* 2014). L'apport de cet élément ne se justifie aujourd'hui qu'en situation de déficit avéré après analyses (sol et pétiole). Le pilotage du potassium et du magnésium doit se faire de manière associée en prenant en compte le couple cépage/porte-greffe et les exportations (Crespy 2010). Pour l'azote, les besoins se situent entre 20 et 70 unités par hectare et par an (Delas 2010). Une combinaison d'indicateurs, mesurés sur différents organes de la vigne (bois, pétiole, raisin) renseigne de l'état azoté du système et permet de raisonner les apports (Van Leeuwen et Friant 2011). Les oligo-éléments sont des éléments minéraux nécessaires à la vie de la plante, mais en quantité très faible. Le manque ou l'excès d'un élément peut être à l'origine d'accidents physiologiques, respectivement carence ou toxicité. Toutefois ces problèmes sont rares. Les carences en Bore, Manganèse et Fer peuvent avoir des conséquences sur la coulure ou le millerandage. Tous ces résultats sont synthétisés dans un ensemble de fiches techniques disponibles sur le site de l'IFV.

Le sol n'est pas qu'un support de culture et doit être entretenu pour l'entraîner dans un cercle vertueux de durabilité. C'est un complexe biologique-organique-minéral structuré. Pour le viticulteur, le sol est un outil de production avec des caractéristiques particulières le liant à la notion de terroir. C'est aussi un système vivant, lié à la présence de micro et macroorganismes, qu'il faut maintenir en bon état (Gaviglio et IFV 2013). En ce sens, les pratiques de fertilisation et d'entretien de la couverture du sol ont un impact non négligeable.

Dans ce contexte, nous nous sommes intéressés à la pratique de la fertilisation annuelle d'entretien de la vigne, qui, au niveau du vignoble IGP est un élément clé pour l'atteinte de ses objectifs de production. Pendant 3 années, nous avons cherché à comparer les effets d'une fertilisation minérale basique à base d'azote et de potassium, avec une stratégie d'apport à dose plus faible uniquement en pulvérisation foliaire et un témoin non fertilisé. Nous y avons ajouté une contrainte d'entretien du sol sans herbicides, à base d'enherbement du cavillon et d'une partie de l'inter-rang. Nous avons introduit pour la troisième campagne, une couverture hivernale à base de féveroles dans un inter-rang sur deux.

## Matériels et méthodes

La parcelle d'essai est située sur le domaine de Mons (Chambre d'Agriculture de Gers) à Caussens (32). Le sol est argilo-calcaire et possède un niveau de matière organique voisin de 3%. Elle est entretenue sans herbicides depuis 2010, avec un enherbement permanent sous le rang à base de fétuque ovine, un inter-rang travaillé en surface et l'autre enherbé et tondu. Elle produit un vin blanc de cépage Colombard en IGP Côtes de Gascogne avec un objectif de production de 15 tonnes par hectare.

L'essai est construit en bande de deux rangs adjacents de 100 souches par modalité d'étude divisés en 4 répétitions de 50 souches. Il a été suivi pendant trois millésimes, de 2015 à 2017. Trois stratégies de nutrition sont comparées (tableau 1) : le témoin sans apport (**TEM**), une stratégie traditionnelle d'apports de fertilisants minéraux au sol en une fois au printemps (**SOL**) et une stratégie alternative d'apports de fertilisants minéraux en foliaire au cours du cycle (**FOL**). A l'automne 2016, des féveroles ont été semées dans

Tableau 1 : Quantité, positionnement et nature des fertilisants utilisés sur le dispositif expérimental ; 3 millésimes 2015-2017 ; cépage Colombard

Stratégie apport au sol	Stratégie foliaire
N 50kg/ha K 50kg/ha Application en 1 fois Stade : BBCH13-15	N 25kg/ha- P 2kg/ha- K 10kg/ha + oligo-éléments Application en 6 passages Stades : BBCH 57-69-75-77-79-83
N : Ammonitrate (33%), 150 kg/ha/an K : chlorure de potassium (61%) 80 kg/ha/an	N : Yara – SAFE N 300 (80L/ha/an) P et oligo : Yara - VITITREL (9L/ha/an) K : Yara – KALIBRIX (25L/ha/an)
Coût produit /ha : environ 125€/ha	Coût produit /ha : environ 500€/ha

l'ensemble des inter-rangs travaillés, elles ont été broyées au printemps 2017.

Cet engrais vert a pour objectif d'entretenir le sol, de capter l'azote disponible au cours de l'hiver pour le restituer pour le prochain cycle. Il a servi d'engrais de soutien pour la modalité témoin.

Différentes mesures sur la plante ont permis de suivre son état physiologique. L'état nutritionnel général est suivi par analyses pétiolaires à nouaison et véraison. L'état hydrique a été contrôlé par discrimination isotopique de carbone ( $\delta^{13}C$ ). L'état azoté de la feuille est observé à l'aide du capteur optique Dualex® ForceA à nouaison et véraison. Le rendement a été calculé par pesée de la récolte et détermination du nombre de grappes par souche. Au préalable, 200 baies par répétitions ont été prélevées et analysées au V'Innopol Sud-ouest pour déterminer la composition des raisins (sucres, acidités, azotes, potassium et polyphénols). Le poids des bois de taille a été estimé après comptage du nombre de rameaux par souche et pesée d'un échantillon de rameaux.

Les vins ont été réalisés sur les 3 millésimes pour en apprécier la composition et les qualités organoleptiques (arômes et structures).

## Résultats

Le sol de la parcelle est riche en matière organique (3%) pour un sol viticole. Le pourcentage d'argile est de 37% avec un pH alcalin. La réserve en eau de ce sol est importante. Aucune déficience en éléments nutritifs (N, P, K, Mg) n'est observée à l'analyse de sol réalisée en 2014. La vie biologique est intense (>2 tonnes de lombrics/ha). La parcelle est conduite en production raisonnée sans herbicides. Au cours des 3 années de suivi de l'analyse des pétioles à nouaison et à véraison, des écarts sont visibles sur le contenu en magnésium mais pas en potassium (figure 1). Les apports en foliaire d'oligo-éléments entraînent une augmentation significative en bore des pétioles au cours des 3 années du cycle et aux 2 stades phénologiques. L'indice d'état azoté du feuillage mesuré par le capteur Dualex®

montre des différences significatives en fonction des stratégies de fertilisation. L'indice d'état azoté (NBI) est un indicateur qui prend en compte à la fois la présence de la chlorophylle des feuilles (indicateur de métabolisme primaire ou de croissance) mais également de flavonols (indicateur de métabolisme secondaire ou de stress). L'apport au sol (SOL) se différencie des 2 autres stratégies avec un NBI significativement plus élevé. Le témoin non fertilisé (TEM) est plus

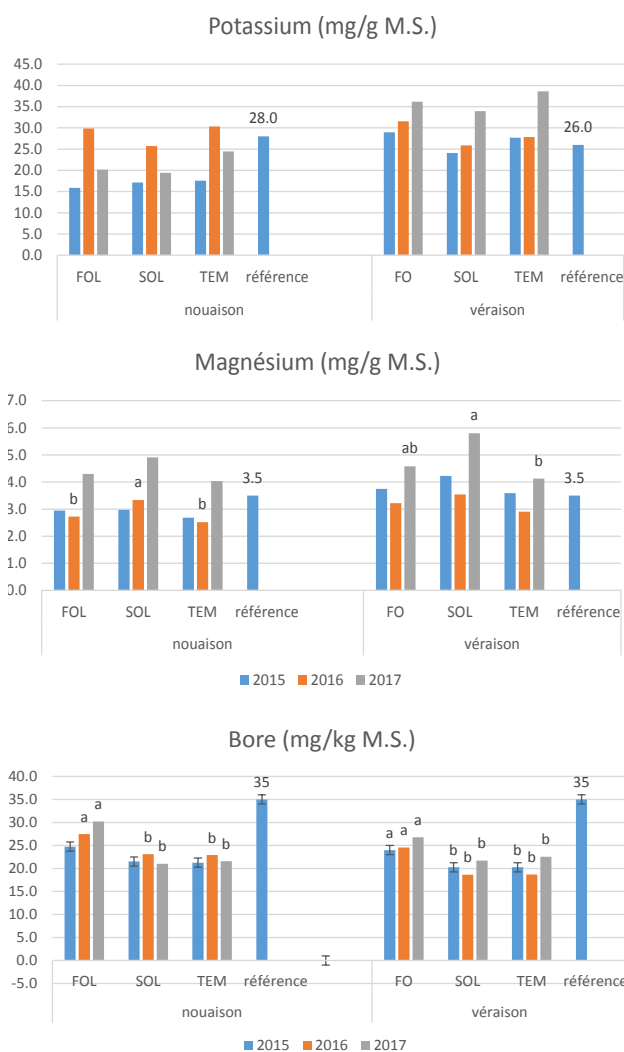


Figure 1 : analyses des pétioles en mg/g de matière sèche à nouaison et véraison ; FOL : fertilisation foliaire, SOL : fertilisation au sol, TEM : témoin non fertilisé ; millésimes 2015 à 2017 ; cépage Colombard ; lettre (a, b, c) indique des groupes homogènes à 5%.

faible alors que le feuillage de la stratégie foliaire présente un NBI intermédiaire (figure 2). La fertilité des rameaux n'a pas été significativement impactée par les différentes stratégies (figure 3).

On peut préciser qu'en deuxième année (2016) le témoin était en tendance (p value = 6%) moins fertile que les deux autres. En 2017, un effet cumulatif potentiel a été lissé par les 2 épisodes de froid des 20-21 avril et 27-28 avril. Bien que non gélif sur la station de Caussens, ils ont eu un impact négatif sur l'ensemble de la parcelle qui s'est traduit par une diminution notable du nombre de grappes par rameau alors que le nombre de rameaux par pied est resté constant. Ce facteur a dominé certainement l'effet potentiel des va-

## NBI : indice d'état azoté

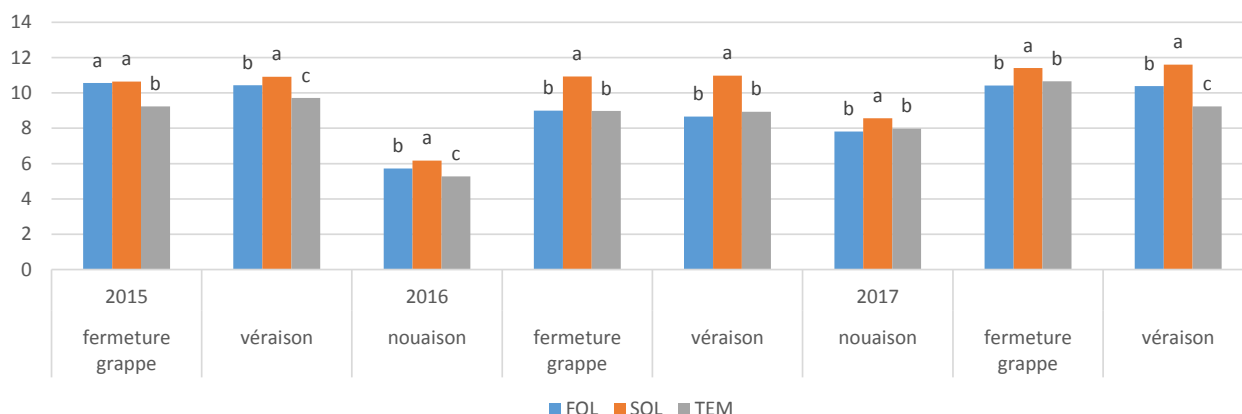


Figure 2 : NBI (Nitrogen Balance Index = indice d'état azoté) sur feuilles mesuré avec le capteur Dualex®; FOL : fertilisation foliaire, SOL : fertilisation au sol, TEM : témoin non fertilisé ; millésimes 2015 à 2017 ; cépage Colombard ; lettre (a, b, c) indique des groupes homogènes à 5%.

riations de fertilisation. L'indicateur de biomasse qui prend en compte la matière sèche produite par la vigne n'est pas différent sur trois ans en fonction des stratégies (figure 3). On observe une compensation en 2017 avec plus de bois produits alors qu'il y a moins de grappes. L'absence de fertilisation du témoin (TEM) entraîne une diminution significative de l'azote du moût dès la deuxième année (figure 4), qui se poursuit en troisième année malgré l'enfouissement du couvert hivernal à base de féveroles. La stratégie foliaire (FOL) entraîne un niveau d'azote du moût équivalent à l'apport au

sol (SOL) bien que la quantité d'azote utilisée soit deux fois moins importantes. Le fractionnement et les apports tardifs (environ 45% de la dose) permettent de redistribuer l'azote vers les raisins de manière optimisée. Enfin, en bout de chaîne de production, on observe dans les vins une nette augmentation de la concentration en thiols variétaux (3MH et A3MH) avec la stratégie foliaire par rapport à la fois à la fertilisation au sol (2 années sur 3) et surtout par rapport au témoin (3/3) qui présente des niveaux faibles pour le standard Gascogne (figure 4).

### Synthèse (Moyennes estimées) - modalité



### Variables dépendantes

#### Biomasse : bois + raisins

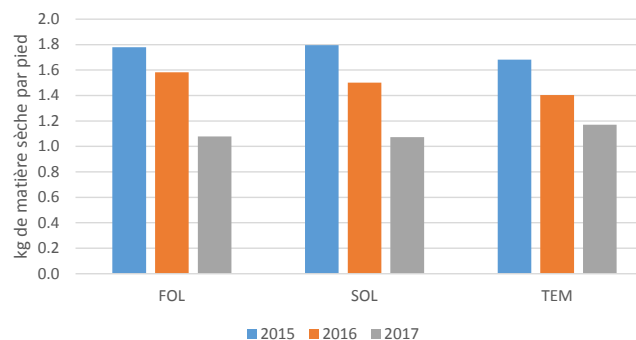


Figure 3 : évolution de la fertilité du rameau et de la biomasse produite par la vigne en fonction de la stratégie de fertilisation ; FOL : fertilisation foliaire, SOL : fertilisation au sol, TEM : témoin non fertilisé ; millésimes 2015 à 2017 ; cépage Colombard ; Différences non significatives entre les stratégies.

### Bilan après 3 années

Les essais mis en place pour étudier la fertilisation nécessitent généralement plusieurs années pour pouvoir montrer des effets. Dans notre cas, sur une parcelle avec un sol riche et profond au bout de 3 ans de suivis nous avons pu observer que :

- L'état nutritionnel de la vigne n'est pas fondamentalement modifié par les différentes stratégies d'apport. L'analyse des pétioles à nouaison et véraison montrent peu d'écarts significatifs sur les différents éléments dosés. Le sol riche fournit les éléments, la vigne est vigoureuse et productive sans différence de production de biomasse. Les indicateurs d'état nutritionnel du témoin sont cependant inférieurs aux deux autres et on a observé une tendance à la baisse de fertilité du témoin en deuxième année.
- Le statut azoté est plus faible pour le témoin que ce soit le feuillage ou l'azote du moût. La stratégie foliaire qui utilise deux fois moins d'azote que l'apport au sol présente un état azoté du feuillage plus faible mais un niveau d'azote du moût équivalent.
- Le potentiel en thiols variétaux du vin est impacté par les stratégies fertilisantes. Le témoin a un niveau nettement plus faible pour les 3 années. La stratégie foliaire et ses apports tardifs ont entraîné le maintien sur les 2 premières années de la concentration en thiols des vins au-dessus de la valeur seuil de 12nmol/l alors que les deux autres ont décroché.

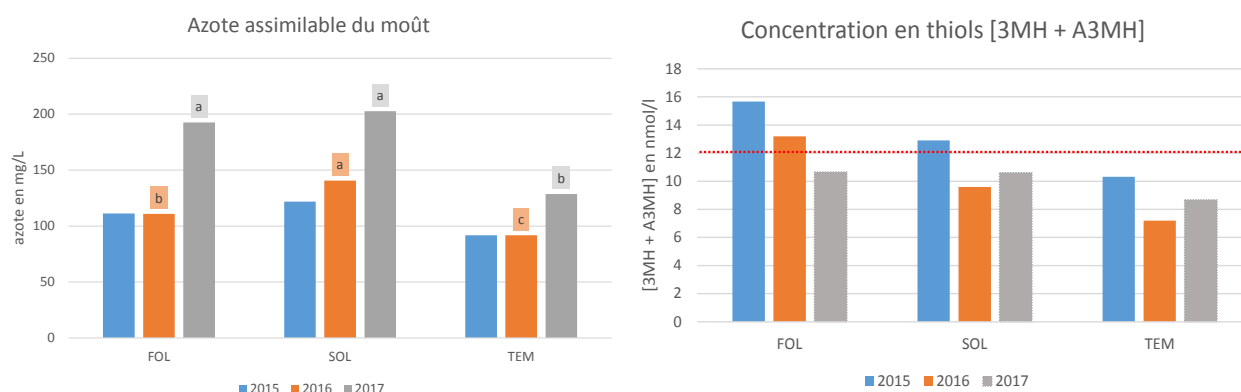


Figure 4 : Compositions en azote assimilable des moûts à la récolte et des thiols dans les vins finis en fonction de la stratégie de fertilisation ; FOL : fertilisation foliaire, SOL : fertilisation au sol, TEM : témoin non fertilisé ; millésimes 2015 à 2017 ; cépage Colombard ; lettres (a, b, c) indiquent des groupes homogènes à 5%. Pas de test statistique sur les vins.

Ces résultats s'appliquent à un système viticole conduit sur un sol fertile et entretenu, avec une réserve en eau importante. Ainsi, parmi les trois stratégies de fertilisation sur cette parcelle, les apports foliaires, avec une réduction importante d'intrants, ont présenté le plus d'efficacité pour contribuer à la fois à la nutrition de la vigne et au potentiel du vin. Le coût des matières est plus élevé que celui des engrais basiques et il paraît possible d'optimiser encore les doses, notamment par l'utilisation d'engrais vert en période hivernale.

Cependant, on se retrouve dans une configuration où les pratiques les plus efficaces, qui permettent la diminution d'intrants, sont aussi celles qui coûtent le plus cher au vigneron. Une réalité économique qui peut être gommée par le niveau optimal de rendement de la parcelle et la valorisation commerciale du vin s'il présente un potentiel supérieur.

## Remerciements

Ce travail est financé en partie par le programme régional d'expérimentation de France Agrimer. Il a bénéficié du soutien de la société YARA France et du partenariat avec les équipes du domaine de Mons de la Chambre d'Agriculture du Gers.

## Quelles nouvelles technologies pour nous aider à raisonner la fertilisation ?

Derrière le terme de nouvelles technologies se proposent aujourd'hui différentes possibilités : des capteurs permettent d'enregistrer de nombreux signaux émis par la plante ou le sol, ces signaux sont ensuite transformés par post-traitement en indicateurs de fonctionnement. Des modèles permettent de simuler des comportements en temps réel ou a posteriori (Matese et Di Gennaro 2015).

L'enregistrement des données peut se faire à distance ou à proximité de la source, elles peuvent être acquises en continu ou en séquence, produisent une information directe ou indirecte. On attend de ces technologies un gain de temps ou de déplacement, une augmentation du nombre de mesures pour gagner en précision par rapport à un échantillonnage classique ou une augmentation des surfaces à explorer. On

## Bibliographie

- Crespy, A. (2010). «Fertilisation de la vigne: Conséquences sur la qualité des vins.» *Revue des oenologues* 136: 43-49.
- Delas, J., Ed. (2010). *Fertilisation de la vigne - 2e édition*. Bordeaux, Féret.
- Garcia, O., B. Duron and R. Nouaïm (2014). «Fertilisation phosphatée de la vigne en Champagne: Une économie substantielle au profit de l'environnement (Partie 1).» *Le Vigneron champenois* 135(12): 21-29.
- Gaviglio, C. and IFV, Eds. (2013). *Gestion des sols viticoles*, Ed. France agricole.
- Matese, A. and S. Di Gennaro (2015). «Technology in precision viticulture: A state of the art review.» *Int. J. Wine Res* 7: 69-81.
- Van Leeuwen, C. and P. Friant (2011). Les méthodes d'estimation de l'alimentation azotée de la vigne et des raisins au vignoble : état de l'art. *Journée Technique Régionale IFV sud-ouest, L'azote : un élément clé en viticulture et en oenologie*. Toulouse: 18-23.

peut envisager aussi la possibilité d'avoir une spatialisation de la variabilité à l'échelle intra-parcellaire aussi bien qu'un suivi d'un ensemble de parcelles à l'échelle de l'exploitation ou de la cave coopérative.

Les principaux outils de nouvelles technologies en lien avec la fertilisation ne concernent aujourd'hui que l'état azoté de la vigne. Le lien entre l'efficacité de la nutrition et l'état hydrique de la vigne nécessite d'intégrer les outils en capacité de renseigner sur le statut hydrique de la parcelle.

Les modèles liés à la fertilisation sont aujourd'hui en cours de développement pour les plantes pérennes, avec comme cible principale l'azote.

L'observation et l'analyse demeurent encore des outils d'actualité.

Pour faire le lien avec la fertilisation, le tableau ci-contre présente quelques outils disponibles ou en cours de développement.

Capteur vigne	Indicateur	Utilisation	Forces	Faiblesses
<b>NDVI</b>	Indice de végétation : vigueur, densité de feuillage	Distant	Surface couverte importante Echelle exploitation	Dépendant du cépage Prise du dessus de la végétation Post-traitement Calibration/météo
		Proximité	Précision Echelle parcelle	Durée d'acquisition Post-traitement
<b>Physiocap</b>	Biomasse végétative (bois de taille)	Proximité	Précision Echelle parcelle Indicateur direct	Durée d'acquisition Dépendant du syst. De conduite
<b>Dualex / NTester</b>	Etat azoté du feuillage	Proximité/piéton	Indicateur direct	Echantillonnage Durée d'acquisition
<b>Caméra thermique</b>	CWSI (indice de stress hydrique)	Distant	Surface couverte importante Echelle exploitation	Référence en viticulture Calibration/météo
<b>Flux de sève</b>	Etat hydrique	Poste fixe	Indicateur direct Echelle plante/parcelle	Post-traitement Equipement
Modèle	Indicateur	Utilisation	Forces	Faiblesses
<b>Azofert (en cours de développement)</b>	Préconisation des besoins en azote de la vigne	Simulation	Générique	Non disponible Non prise en compte de l'enherbement
<b>Walis</b>	Bilan hydrique sol/vigne	Simulation	Générique Prise en compte enherbement	Non prise en compte de la pente Calibration
Capteur sol	Indicateur	Utilisation	Forces	Faiblesses
<b>Résistivité/conductivité</b>	Etat hydrique hétérogénéité	Proximité	Précision Echelle parcelle	Mesure indirecte
<b>Spectroscopie NIR MIR</b>	Composition du sol (pH, MO, argile)	Distant/proximité	Rapidité de réponse	Mesure indirecte Calibration Peu de références
<b>Sondes (tensiométriques, capacitives)</b>	Eau du sol	Poste fixe	Précision Echelle parcelle	Lien eau du sol et besoin plante