

Améliorer la performance agronomique et économique des vergers AB de pommes à cidre et à jus en Normandie



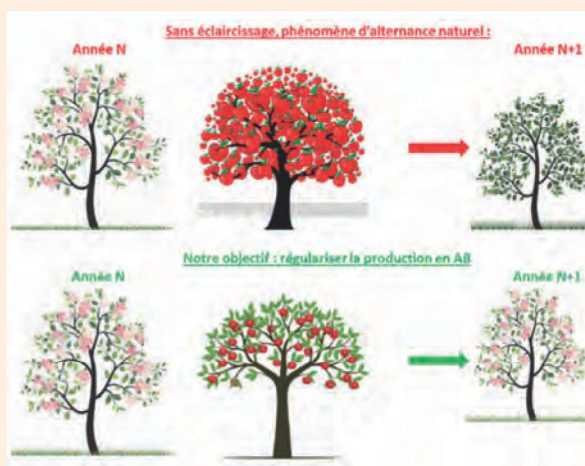
L'objectif global du projet BIOREGAL 2022-2024 est de lever le verrou majeur de l'alternance dans la conduite en bio des vergers de pommes à cidre et à jus (30 % des surfaces en Normandie). Celle-ci entraîne des conséquences à l'échelle de l'exploitation avec une baisse de la production (- 20 à 25 % en moyenne soit environ - 10 T/ha par rapport au verger conventionnel) et donc de revenu. Lever ce verrou doit permettre d'augmenter la performance agronomique des vergers en AB.

La régularité de production est en priorité liée au matériel végétal utilisé. Comme le choix des porte-greffes est restreint en culture de pommier à cidre, le choix variétal joue surtout sur la régularité de production. Les pratiques culturales ont également une incidence sur la régularité. Un arbre non stressé avec un bon équilibre entre la proportion de feuilles et de fruits va naturellement moins alterner qu'un arbre en stress. Le mode de production en AB induit plus de stress qu'en

conventionnel du fait de la concurrence de l'herbe au pied des arbres et de la non-maitrise de la minéralisation des engrais organiques.

L'induction florale est le principe par lequel un bourgeon se met à fruits. Elle a lieu vers le mois de juin et dépend de l'état physiologique de l'arbre (stress ou non) et de sa charge en petits fruits. Plus l'arbre aura de fruits, moins il aura de fleurs l'année suivante. Ainsi, une année de très forte charge est suivie d'une année de charge très faible à nulle, c'est le **phénomène de l'alternance**.

Les opérations de régulation de la charge ont pour but de diminuer le nombre de petits fruits. A terme, il s'agit de favoriser l'induction florale et d'avoir des fleurs en quantité suffisante l'année suivante.



Ce nombre de fleurs l'année suivante est appelé le « **retour à fleur** ».

Or, il ne suffit pas d'avoir un bon retour à fleur pour que cela se concrétise en fruits donc en récolte. Il faut également que **l'arbre puisse nourrir les boutons à fleur au débourrement**. A ce moment, comme l'arbre ne dispose pas de feuilles, il

doit puiser dans ses réserves présentes (trunks et racines) pour nourrir les bourgeons et fleurir. Cette période peut s'avérer difficile et la quantité de réserves disponibles est fondamentale en cas de printemps difficile (froid, humide...). Ainsi, une bonne mise en réserve à la fin de la saison permet de concrétiser le passage de la fleur au fruit.

Objectif primordial du projet BIOREGAL

Concilier régulation de la charge, pour favoriser un bon retour à fleur, et alimentation de l'arbre lors de la mise en réserve pour une bonne fructification des fleurs.

Screening en laboratoire de fertilisants utilisables en AB

En première étape du projet, nous avons :

- caractérisé les fertilisants utilisables en bio (**analyse physico-chimique**) ;
- étudié la **minéralisation** de ces fertilisants dans les sols afin d'évaluer leur intérêt dans une stratégie de fertilisation en bio. L'étude de cette minéralisation est faite en condition contrôlée ; il s'agit de cinétiques de minéralisation effectuées en laboratoire

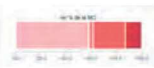
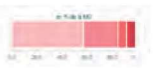

(réalisé par le laboratoire Celesta-Lab et commenté par Xavier Salducci).

- élaboré le protocole pour les essais en verger.

12 cinétiques sols et engrais sont comparées au potentiel minéralisant intrinsèque de chaque sol (4 cinétiques), soit 16 cinétiques au total.

Les trois matières organiques testées en laboratoire

Les trois Produits Résiduaire Organiques sont le guano en bouchon (Gomeo), la fiente de volaille en vrac (véritable engrais) et le digestat sans séparateur de phase (effluent liquide).

	FIENTE DE POULE	GOMEO	DIGESTAT	INTERPRÉTATION
Matière Sèche % brut	60,7	92,7	6,5	Plus la MS est élevée, plus le produit est transformé. Le digestat est un produit très riche en eau.
Part de N minéral N-NH4 % brut	0,5	0,5	0,1	Une part élevée de N minéral indique que le produit n'aura pas d'action sur la vie du sol et se comportera comme un engrais de synthèse. 25 % pour un digestat est cependant une valeur assez basse.
N total % brut	3,5	9,9	0,4	
N minéral/N total %	14	5	25	
C/N organique	5,5	2,4	7,8	Le rapport C/N doit être bas. A partir de 6, le produit est considéré plus comme un amendement que comme un fertilisant.
Biochimie (types de molécules organiques)				Cette analyse donne la part des fractions solubles à très stables (rose->rouge foncé). Elle donne donc une idée de la biodégradabilité du Produit Résiduaire Organique.
Indice de la stabilité de la MO (ISMO) %	28	6,5	69	% humigène du Produit Résiduaire Organique Si <40 %, produit très biodégradable. Entre 60 et 70 %, produit assez stable de type compost. Au-delà, produit très stable.

Les 4 sols du projet

	TOUR EN BESSIN		SAINT JEAN DE FRENELLES		GISAY LA COUDRE		SÉES (IFPC)	
Variété	Fiona		Vicky		Dabinett		Bisquet	
PG	MM 111		MM 111		MM 106		MM 106	
Age	2017		2019		2013		2016	
Irrigation	Non		Oui (canon ponctuel)		Oui		Non	
Entretien du rang	Fil+ tonte	Herbanet	Mécanique	Ladurner	Tonte		Enherbement depuis 2022	
OBS	Précédent prairie		Trèfle entre rang		Goutte à goutte		Etat calcique à redresser	
Type sol	Limon assez profond		Limon, profond		Limon peu profond		Limon battant	
% MO	3,3 %		2,4 %		2,2 %		2,1 %	
PH eau état calcique	7	Beaucoup de CaO	7,8	Beaucoup de CaO	7,6	Beaucoup de CaO	5,7	Faible sol en voie d'acidification
CEC	11,5 quasi saturée par Ca ²⁺		10,6 saturée par Ca ²⁺		11,3 quasi saturée par Ca ²⁺		7,8 faible	
Eléments minéraux	Rapport K/Mg faible du fait de trop de Mg		Rapport K/Mg un peu élevé, tous les éléments bien présents		Rapport K/Mg trop élevé lié à K élevé qui peut bloquer Mg		Rapport K/Mg trop élevé lié à K élevé qui peut bloquer Mg	
C/N	8,9		9,5		11,6		10	

Conclusions pour chaque Produit Résiduaire Organique testé

Fiente : il s'agit d'un fertilisant organique non transformé, il présente une bonne biodégradabilité. Avec 3 unités d'azote pour 100 kg, cet engrais se situe dans les normes. Il contient de l'ammoniaque en forte proportion, il est conseillé de l'enfouir pour éviter la volatilisation.

Gomeo : produit très concentré en N avec une très bonne décomposition, générant peu de matières humiques.

Digestat : fraction liquide importante contenant de l'azote sous forme minérale. La part organique est faible et se trouve sous forme de matière stable peu assimilable pour la vie du sol. Le digestat ne peut pas être considéré comme un fertilisant organique : la part liquide se rapproche d'un lisier et la part solide d'un compost.

Dispositif expérimental

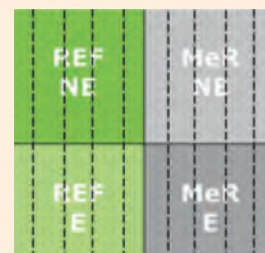
Les facteurs choisis pour parvenir à l'amélioration de la qualité du bouton floral en bio sont **90 unités d'azote organique, fractionnées ou non, pour la mise en réserve.**

Les deux modalités retenues pour ce facteur sont :

- **Référence REF** : Fertilisation de référence à 90 unités d'azote de fiente de volaille apportées vers mi-mars à début avril, soit un équivalent de 3 à 4 tonnes par hectare

- **Mise en Réserve (MeR)** : Apport en fin d'été de 30 unités d'azote avec du guano ; l'apport de début de printemps est ramené à 60 unités d'azote pour apporter la même dose annuelle que la référence

Pour la **régulation de la charge** : applications (2 ou 3 selon la variété et la charge) de produit dessiccant à base de soufre au moment de la floraison complété ou non par du vibrage (secoueur pour la récolte) fin juin. Ainsi, une partie de l'essai est éclaircie (E) ou non éclaircie (NE). La charge n'est régulée que si elle le nécessite.



Synthèse des résultats

	TOUR EN BESSIN	ST JEAN DE FRENELLES	GISAY LA COUDRE	IFPC
Amélioration du Retour A Fleur (RAF) l'année suivant l'éclaircissage	RAF en 2024 pour les modalités E. Efficacité de la stratégie régulation de la charge. <i>Résultat atteint</i>	RAF 2023 pour les modalités. Effet moniliose qui entraîne un moindre RAF en 2024 (biais). <i>Résultat atteint</i>	Tendance à l'amélioration pour MeR E. <i>Résultat partiellement atteint</i>	Effet des applications 2024 sur charge pour les modalités éclaircies laissant présager une amélioration pour 2025. <i>Résultat non atteint</i>
Augmentation des rendements cumulés pour les modalités MeR E	La fertilisation n'est pas un facteur limitant. <i>Résultat non atteint</i>	La MeR est supérieure à la REF. Résultats perturbés par attaque de moniliose. <i>Résultat partiellement atteint</i>	La MeR est supérieure à la REF. Parcelle trop alternante pour voir un effet net des éclaircissants. <i>Résultat partiellement atteint</i>	La MeR est supérieure à la REF. Parcelle trop alternante pour voir un effet des éclaircissants. <i>Résultat partiellement atteint</i>
Amélioration de la nutrition azotée pour les modalités MeR : de la teneur en N dans les feuilles (AMF)	Pas de différence entre les modalités car potentiel de fourniture du sol important.	Pas de différence entre les modalités car potentiel de fourniture du sol important. Teneur en N très élevées	Peu de différences entre modalités : valeurs faibles en 2023 et 2024. Le fractionnement de l'apport de printemps n'a pas d'effet.	Résultat atteint pour le fractionnement en 3*30U et pas de différence entre REF et MeR ; valeurs faibles en 2023 et 2024.
Commentaires parcelle	Année alternance forte en 2023, parcelle riche en MO facilement minéralisable, qui n'est pas un facteur limitant. Ceci explique l'absence de différence entre REF et MeR.	Parcelle avec une mise à disposition azotée importante facteur non limitant. Effet de l'éclaircissage en 2022 mais pas en 2023 car la moniliose sur fleur a perturbé les résultats.	Parcelle avec sol à potentiel faible et variété alternante. Un problème de dépérissement des arbres est apparu en cours d'essai.	Passage en bio en 2022 avec l'apparition d'une carence azotée marquée (changement du type d'engrais et enherbement des arbres). 2 modalités en plus 3 apports de 30U E ou NE.

Analyse des résultats et recommandations

Les enseignements du projet permettent de dessiner les recommandations suivantes :

	Eclaircissage/régulation de la charge	Fractionnement des apports	Type variété en AB
Parcelles avec sol limitant (peu de MO, CEC ou pH faible, déséquilibre...)	Peu d'effet, régler d'abord les déséquilibres du sol	A recommander, ne pas être trop limitant sur le premier apport	Eviter les variétés alternantes ou avec du dépérissement
Parcelles avec sol non limitant en MO	Intérêt de l'éclaircissage	Peu d'effet, poursuivre les apports organiques en début de saison	Large gamme possible Faire attention au risque de stress hydrique par rapport à la minéralisation de la MO
Parcelles avec sols riches en N et en éléments	Effet intéressant, veiller à ce que l'azote en excès n'entraîne pas de coulure (nouaison perturbée par la vigueur)	A recommander Possibilité de baisser la dose du premier apport	Pas de restriction sur le type de variété

Le digestat (sans séparateur de phase) présente un effet coup de fouet de type engrais minéral. Il n'a pas d'effet sur la vie du sol. Il est recommandé de l'alterner avec des formes riches en MO facilement minéralisable.

Fiente et guano sont adaptés à une alimentation de la vie du sol et des arbres. Le guano se minéralise rapidement quel que soit le type de sol testé. La fiente présente une minéralisation bonne mais un peu plus faible que le guano. Elle se poursuit sur le long terme pour les sols pauvres en MO.

Indicateurs de suivi : sol et arbre

- **L'analyse de sol** doit être réalisée régulièrement (au moins tous les 5 ans) afin de connaître les équilibres et déséquilibres de celui-ci. Le fractionnement de la MO donne une indication de la possibilité de minéralisation de celle-ci.
- **L'analyse minérale de feuille** est la seule donnée qui permette de connaître le niveau d'alimentation de l'arbre. Elle est à aborder de façon dynamique et constitue un reflet des pratiques antérieures. Elle peut toutefois indiquer une carence importante. Il existe un rapport entre l'azote foliaire et la charge des arbres : des arbres alternants présentent presque toujours une teneur inférieure à des arbres chargés.
- **Les reliquats azotés** sont plus difficiles à interpréter. Pratiqués en début d'année, ils permettent de connaître le stock d'azote minéral disponible (norme recommandée 30U). En revanche, le reliquat mesuré en début de récolte semble très dépendant de l'état du sol au moment du prélèvement. Trop de facteurs de variation (température, pluviométrie, humidité du sol...) génèrent de trop fortes imprécisions.
- **Les analyses de rameaux** semblent un indicateur peu pertinent pour évaluer la mise en réserve : l'effet du fractionnement n'a pas été visible dans les parcelles d'essai.

La mise en réserve : un phénomène indispensable pour le fonctionnement de l'arbre

Les réserves de l'arbre se trouvent dans les structures pérennes de ce dernier (racines, tronc, branches). Elles sont constituées par des sucres simples issus de la photosynthèse (glucose & fructose donnant du saccharose, forme mobile dans le végétal) et par l'amidon, forme stable. Ces réserves évoluent en permanence en fonction de :

- l'activité de photosynthèse de l'arbre (tous les organes verts dont principalement les feuilles mais aussi les jeunes fruits) : **offre en glucides** ;
- la demande des organes consomma-

teurs de sucre (croissance, défense de la plante, activité métabolique) : **demande en glucides.**

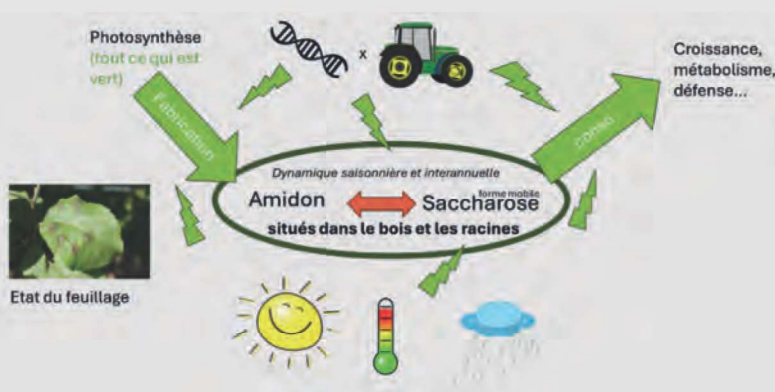
Cette balance offre et demande en glucides dépend de facteurs naturels (climat, attaque de bioagresseurs...) et d'interventions humaines (matériel végétal choisi, opérations culturales comme la taille, la fertilisation, la régulation de la charge...).

Les réserves fluctuent ainsi selon l'état de la canopée de l'arbre et celui de ses besoins. Il existe donc des périodes de plus ou moins forte demande des

réserves en fonction de la période de l'année.

La demande en glucides se réduit après la récolte et permet à l'arbre de les stocker. C'est la période proprement dite de « mise en réserve ». Pour que celle-ci soit optimale, il faut que le feuillage reste le plus longtemps possible en bon état. L'état sanitaire des feuilles est donc capital.

Ces réserves réalisées en post-récolte vont servir au redémarrage de végétation l'année suivante, avant qu'il y ait assez de feuilles étalées pour que la photosynthèse prenne le relai. Ce moment de bascule semble situé un peu après la floraison du pommier lorsque la pousse de bourse commence à se déployer. Si les conditions météo sont bonnes du débourrement à la floraison (températures douces), les réserves sont la plupart du temps suffisantes. En revanche, si la durée entre débourrement et floraison s'étire, les réserves deviennent primordiales pour que l'arbre n'entre pas en stress. Si ce cas arrive, la floraison a lieu mais est suivie d'une perte importante de jeunes fruits (chute de nouaison).



Les apports du projet BIOREGAL sont significatifs pour la filière cidricole AB. Ils permettent en effet d'améliorer les itinéraires techniques AB, souvent plus difficiles à appréhender sur les pratiques de fertilisation et d'éclaircissage qu'en conventionnel.

Ce projet a été réalisé grâce aux financements de la Région Normandie et du FEADER. Il a été piloté par Nathalie Corroyer des Chambres d'Agriculture de Normandie et Marie-Cécile Vergneaud de l'IFPC. Nous remercions la participation des trois producteurs de pomme à cidre qui ont mis à disposition leurs parcelles. Enfin BIO en Normandie a également participé au projet.