

3^{ème} Carrefour de l'UMT InnoPlant

Nouvelles approches en Agroécologie

Pour cette deuxième période de labellisation de l'UMT InnoPlant, de 2018 à 2022, deux volets du premier programme se poursuivent : Génétique et Innovation variétale, ainsi qu'évaluation et gestion des risques sanitaires, par la connaissance des pathogènes et l'épidémiologie. Ces programmes s'inscrivent cependant dans une approche plus transversale et plus ancrée dans les systèmes de culture. De nouvelles thématiques sont abordées, en particulier le numérique et les outils innovants de pilotage. Ces travaux contribuent à limiter le recours aux produits phytosanitaires, thème général autour duquel les partenaires de l'UMT InnoPlant² ont souhaité organiser ce 3^{ème} Carrefour, les 14 et 15 octobre derniers. Ces journées ont été l'occasion de présenter des résultats de recherche visant à y répondre et d'échanger sur ces enjeux pour la filière plant et plus largement pour la production de pomme de terre. Cette première partie du compte-rendu est consacrée aux interventions qui présentent les approches "système" et les nouveaux outils d'évaluation. Le prochain numéro abordera le levier variétal et le biocontrôle.

Démarches Écophyto, comment aller plus loin ?

« S'engager dans une démarche Écophyto en opérant des changements mineurs par des substitutions reste peu mobilisateur et n'aboutit pas à des résultats significatifs sur la baisse des IFT. Il faut envisager une limitation drastique en repensant l'ensemble du système, plébiscitant le préventif, avec l'objectif d'anticiper, esquiver et compenser » a déclaré en préambule, Xavier Reboud, Agroécologue à l'INRAE Dijon et président du Comité recherche et innovation

d'Écophyto. Mais dans le cas de résultats plus probants, comme le montre la filière légumes qui enregistre par exemple une baisse moyenne nationale des IFT de 38 % entre le début du réseau Dephy et l'état actuel (évalué par la moyenne des IFT entre 2015 et 2017), la prise en compte des chiffres d'affaires associés montre toujours une baisse de la rentabilité des modes écologiques, avec les critères économiques actuels. Xavier Reboud en déduit que le surcoût devrait donc être pris en charge par la société. Par ailleurs, de nombreuses solutions alternatives sont moins efficaces, demandent d'opérer des combinaisons et de modifier les systèmes.



L'équipe pilote d'InnoPlant : Yves le Hingrat, Bernard Quéré, Didier Andrivon et Camille Kerlan. Sur les deux jours, 150 personnes ont assisté à l'événement animé par Philippe Pelzer dont une trentaine en présentiel.



© I.R.E.
Yves le Hingrat, responsable recherche et développement de la FN3PT, a présenté les ambitions de l'UMT InnoPlant².

L'Unité Mixte Technologique InnoPlant² a été labellisée une deuxième fois pour la période **2018-2022** par le Ministère en charge de l'Agriculture. Elle met en œuvre un programme de travail collaboratif pour « développer des innovations afin de conforter la qualité et la compétitivité des plants certifiés de pomme de terre produits en France, face aux changements

Les partenaires d'UMT InnoPlant

globaux et aux nouveaux besoins des utilisateurs ».

Elle est portée comme pour la première période par la **FN3PT/RD3PT** (Fédération Nationale des Producteurs de Plants de Pomme de Terre) et l'**INRAE** (Institut National de la Recherche Agronomique et l'environnement), UMR Igepp avec la collaboration du GNIS (Groupement National

Interprofessionnel des Semences) et de l'**ACVNPT** (Association de Créateurs de Variétés Nouvelles de Pomme de Terre). De nouveaux partenaires viennent rejoindre l'UMT, l'**ITAB** (Institut Technique pour l'agriculture et l'alimentation biologiques), l'**ANSES** et ses laboratoires notamment pour les organismes réglementés, ainsi que les Organisations de producteurs de plants (OP).

Concernant le bilan des essais Dephy, le chiffrage des effets sur l'IFT de méthodes sans pénalités pour les rendements dans les essais Dephy correspond à une baisse de phytos de - 10 %.

Avec un contexte paysager agroécologique, on se situe aussi dans une baisse de - 5 à 10 %, et en utilisant de la prophylaxie selon le contexte, une baisse de - 10 à 20 %. La régulation naturelle par des plantes de services permet une baisse de - 10 à - 30 %. Le recours à une pulvérisation de pointe fait diminuer de 20 % mais présente une forte marge de progrès, les régulations naturelles agroécologiques (gîte et couverts) - 10 % à - 30 % L'axe génétique, à fort potentiel mais variable, peut faire évoluer de - 5 % à - 95 % (par exemple une baisse de 14 à 2 traitements en viticulture).

Ces facteurs sont rarement tous en synergie. Au final, le gain Écophyto sans reconception générale du système s'établit dans une fourchette de - 15 à - 35 %, d'IFT selon les productions et les leviers Écophyto. « Donc ce n'est pas suffisant, il faut accentuer le mouvement. Il y a eu des appels à projets pour avancer dans les propositions. L'expérience montre que la réduction des usages est surtout liée au retrait des molécules, et qu'il faut ensuite mobiliser l'interface agronomie/technique/écologie avec une meilleure coordination » a conclu Xavier Reboud, ajoutant : « il faudra également réévaluer les performances car dans le système actuel, on ne prend pas en compte les effets sur les valeurs non marchandes, l'atteinte au bien commun ». Il défend une reconnaissance par un déplafonnement des aides, dans le cadre d'un HVE4 qui serait la HVE3 assortie du respect du - 50 % de phytos par rapport à la référence régionale.

Exemples d'innovations

Xavier Reboud a cité un exemple de changement majeur, la lutte contre le carpocapse des pommiers



© I.R.E.
Le levier génétique représente un fort potentiel, mais variable, de réduction d'IFT. Ici, variétés plus ou moins tolérantes au mildiou.

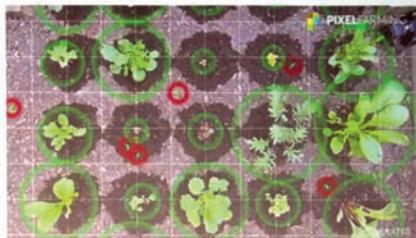
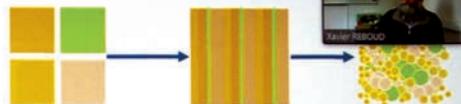
en Ontario, réalisée par des lâchers massifs d'insectes stérilisés (SIR : sterile insect release) : depuis le début du programme, les populations ont baissé de 94 %, et il a été possible de réduire de 96 % les quantités de pesticides utilisées contre ce ravageur. Une analyse coûts-avantages du programme, a déterminé que pour chaque dollar dépensé on génère une économie de 2,5 \$ pour les producteurs et communautés de la région. SIR Program a gagné le prix IPM en 2015.

« Pour une action de ce type il faut une protection collective avec une coordination des acteurs. En France, on pourrait imaginer de recourir à cette méthode pour lutter contre des mouches, moustiques, mineuses... Dans un autre ordre d'idée, en pommes de terre, on doit envisager une meilleure gestion des tas de repousses. »

Le chercheur a donné d'autres exemples de voies innovantes, comme l'écologie chimique car le monde des odeurs est une bonne source de solutions. ➔

Redessiner les systèmes de culture

Étalement du risque
Compétition réduite
Nécessitera une forte automatisation



<https://www.wur.nl/en/project/Pixel-cropping.htm>

<https://pixelfarmingrobotics.com/about-us/>

Redessiner les systèmes de culture pour limiter les bioagresseurs.

En témoigne la confusion sexuelle des papillons avec la technique de phéromones RAK de BASF. Un autre secteur a de l'avenir, celui des plantes de service: un colza est implanté avec du tournesol gélif qui occupe le terrain et économise un traitement herbicide. Actuellement, 15 % de la sole colza utilise des plantes compagnes ce qui permet une baisse des insecticides et des engrais minéraux... il faut cependant compter sur un vrai froid hivernal ou réaliser un hachage au rouleau Faka.

Une autre piste est d'inonder les ravageurs, en entourant les cultures de bandes attractives, voire d'aller plus loin en redessinant l'organisation des différentes cultures: en créant des barrières aux ravageurs, en rendant les cultures moins attractives en intercalant les espèces. Il est aussi possible de décaler des dates de semis pour ne pas correspondre aux passages des oiseaux à la levée. Enfin, la robotique, qui est encore une technologie lente et coûteuse (pour les récoltes de fruits par exemple) peut être adaptée pour devenir un outil de prophylaxie. En effet, un bras artificiel peut éliminer quelques fruits pourris de moniliose et maintenir un bas niveau d'inoculum dans le verger.

Transition vers des systèmes agroécologiques plus durables

Recrutée par la FN3PT en tant qu'ingénieur de recherche en approche "système" et agroécologie, Camille Puech a présenté les fondements théoriques et

Camille Puech a été recrutée à la FN3PT pour s'occuper de l'approche "système" et de l'agroécologie.

les trois niveaux de rupture par rapport au système de départ.

- Le premier niveau, dit Efficience, envisage l'amélioration de l'efficacité des techniques agricoles déjà disponibles. Un exemple est le fractionnement de la fertilisation azotée.
- Dans le second dit Substitution, il y a un remplacement de quelques techniques conventionnelles par des techniques agroécologiques. Un exemple est le désherbage mécanique sur une culture.
- Enfin, le niveau 3, Reconception, suppose une restructuration complète du système avec une nouvelle combinaison de techniques agroécologiques. Un exemple combine l'allongement de la rotation, le biocontrôle et le désherbage mécanique.

La Reconception représente le niveau de rupture incontournable pour créer des systèmes durables et réduire significativement la dépendance aux produits phytosanitaires. C'est une démarche difficile car elle nécessite de s'approprier des techniques agricoles souvent complexes et risquées. En France, dans les années 2000, il y a eu de nombreuses initiatives, la rédaction de guides méthodologiques, mais peu d'approches en pomme de terre, à cause des enjeux agronomiques forts et de verrous sociaux. Un point important est qu'une conception innovante s'appuie sur une approche collaborative (agriculteurs, conseil, industriels, distributeurs) dans laquelle on définit un ou plusieurs objectifs (IFT à 50 %, baisse des GES...) . L'expérimentation (en station ou chez des agriculteurs) est une phase importante pour passer de la théorie à la pratique. Il faut ensuite évaluer la durabilité du système conçu (paramètres environnementaux, économiques et sociaux).

Exemple d'une co-conception de systèmes de culture innovants en légumes d'industrie en Bretagne (2015-2018)

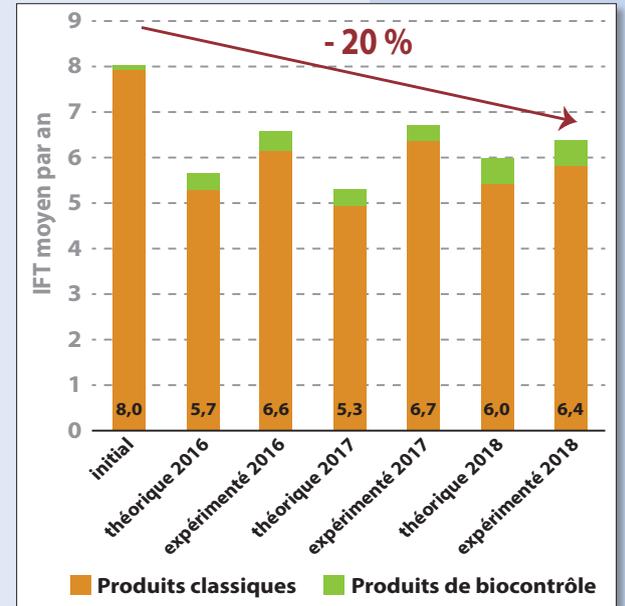
Cette expérimentation Api Leg, visait à réduire l'impact environnemental des produits phytosanitaires et anticiper le retrait de molécules. Elle a duré 3 années d'expérimentation, a mobilisé 3 partenaires (Picard, Ardo, et l'INRAE) et 4 agriculteurs pilotes de Triskalia. Des analyses par enquête d'une demi-journée avec les 4 agriculteurs ont permis de décrire chaque système de culture, leurs priorités et problématiques. Ensuite les ateliers de conception des systèmes innovants avec tous les acteurs du projet ont permis de confronter les objectifs: typiquement, Picard voulait réduire les pesticides sur le légume et les producteurs maintenir leurs rendements. Parler autour d'une table a permis de mieux avancer. Une réduction d'IFT de 30 % a été projetée. L'ensemble des changements a été mis en pratique,



notamment chez Gilles Le Meur, qui exploite 93 ha avec des légumes d'industrie, des céréales, des plants de pomme de terre, du RGA porte-graines. Il propose également du tourisme à la ferme. Sa volonté était de réduire son temps de travail et de s'engager dans des projets à taille humaine. Il voulait mieux gérer les bioagresseurs. Chacun met en œuvre un maximum de pratiques mais il faut tenir compte de la réalité de l'année. Gilles Le Meur a testé 12 changements pratiques la première année 2016 sur 19 théoriques, 15 nouvelles la deuxième année (sur 20) et encore 15 la troisième année (sur 21). L'adoption a été plus progressive que ce que l'on souhaitait au départ, mais il faut de la flexibilité. Au final, son IFT a été réduit de 20 % plutôt que de 30 %, expliqué par

les exigences de la filière légumes industriels.

La durabilité globale du système, calculée par une Analyse multicritère réalisée avec DEXiPM-FV pour les 4 agriculteurs indique un gain pour l'environnement, une situation stable pour la durabilité sociale mais une certaine baisse de la durabilité économique. En effet, les agriculteurs ont réalisé des investissements, notamment des outils de désherbage mécanique et ont pris plus de risques de pertes de rendement. S'ils estiment la démarche positive et fructueuse, il est indispensable d'accompagner leur fragilisation économique. Depuis, les industriels Ardo et Picard ont pris la décision de rémunérer les agriculteurs qui prennent cet engagement écologique. ✨



L'agriculteur a réduit ses IFT de 20 % en 3 ans par la mise en œuvre de méthodes alternatives.

FONTAINE SILO S.A.
VENTILATION DES POMMES DE TERRE AIRSTOCK

EGALEMENT POUR OIGNONS, BETTERAVES, CAROTTES, CELERIS...

ASPIRATION - SOUFFLERIE ELEMENTS MODULABLES

7520 TEMPLEUVE (BELGIQUE) - Tél.: 00 32 69 35 22 08 - info@fontaine-silo.com
www.fontaine-silo.com

D'HOINE & FILS

Votre négociant en pommes de terre

Réception, triage, conditionnement et expédition

Fort Manoir
80440 BOVES

Tél. 03 22 09 20 50
achat@dhoine.fr

Numérique et outils innovants de pilotage

Dans le cadre d'InnoPlant, trois types d'actions visent à développer et évaluer des outils numériques et de pilotage au bénéfice des acteurs de la filière plant : Il s'agit de l'apport de l'**imagerie** pour évaluer l'état sanitaire des plantes, la structuration et l'analyse de **données massives (big data)**, et enfin la construction d'un **outil intégratif d'évaluation** du risque de maladie. En effet, le phénotypage végétal est en plein essor et de nombreux travaux mettent en évidence l'intérêt de l'imagerie pour la détection précoce et la quantification de maladies de plantes. Les développements technologiques récents permettent aujourd'hui de réaliser assez facilement des acquisitions d'images, avec **divers types de capteurs d'imagerie** (i.e. visible, hyperspectrale, fluorescence de chlorophylle, thermographique), à différentes échelles (tissu, organe, plante, couvert, paysage), en fixe ou via des vecteurs pour des débits plus importants. Le **phénotypage de précision** à haut débit des maladies représente un potentiel important pour renforcer les recherches dans le domaine du plant de pomme de terre, appuyer les études sur la qualité sanitaire, le développement des épidémies ou la résistance variétale ainsi que la gestion des maladies dans la filière. Néanmoins, un travail important d'appropriation des outils d'imagerie, de mise au point et de validation biologiques des méthodes est

nécessaire avant un déploiement de ces outils en appui aux recherches et à la production. De plus, en parallèle des problématiques d'acquisition des images, se pose la question du stockage, du traitement et de l'analyse des données générées par l'imagerie.

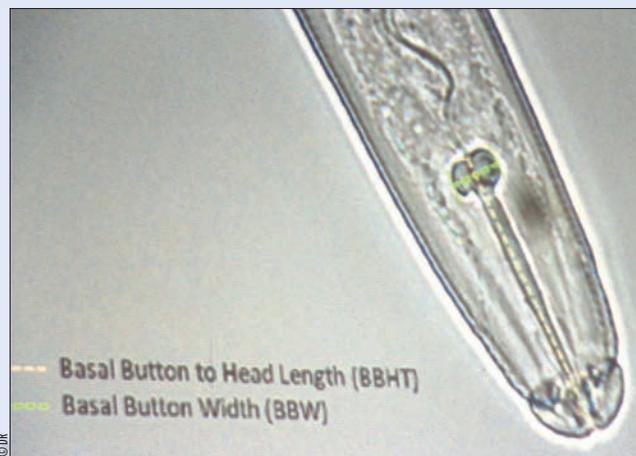
Durant le carrefour InnoPlant, Melen Leclerc de l'équipe Démécologie de l'INRAE a évoqué l'exemple de l'acquisition d'images et la mesure d'endroits spécifiques, afin de détecter et reconnaître les deux espèces de nématodes *Globodera*



L'imagerie est à même d'apporter des données précieuses sur l'état sanitaire des cultures.

(*rostochiensis* et *pallida*) : grâce à la largeur des boutons médullaires et la longueur des boutons jusqu'à la bouche.

La quantification des pathogènes peut également s'opérer à l'aide d'algorithmes de machine learning, s'appliquant à la quantification de symptômes sur feuilles par images RGB et annotations des surfaces nécrosées (exemple des fructifications d'un *leptosphaeria maculans*, phoma sur résidus de colza.) On peut prédire le développement du pathogène à partir de modèles mathématiques. Cela augmente la précision du phénotypage.



Mesures de précision propres à différencier *Globodera pallida* et *rostochiensis* (pointillés verts et rouges).

Il est également possible de prédire l'abondance des pucerons par des données satellitaires.

Dans le cadre d'InnoPlant², il est envisagé d'étudier des méthodes de phénotypage par imagerie pour un nombre limité de pathosystèmes de la pomme de terre, via les travaux suivants :

Il faut d'abord acquérir des données d'images de référence sur quelques pathosystèmes et à différentes échelles (champ, plante, organe). Les premiers développements pourraient porter sur l'utilisation de l'imagerie hyperspectrale et visible, pour la détection



Melen Leclerc de l'équipe Démécologie de l'INRAE UMR IGEPP (écologie des populations) travaille notamment sur la modélisation de l'évolution des épidémies de mildiou dans le temps et dans l'espace.

et la quantification de biomasse ou de maladies (virus Y et/ou mildiou de la pomme de terre) sur feuillage ou l'identification de maladies sur tubercule. Au-delà des partenaires d'InnoPlant², ce travail est envisagé dans le cadre d'un projet collaboratif en partenariat avec des PME spécialisées en imagerie et/ou des équipes de recherche en traitement d'image.

Nouveau projet CANOPY, optimiser l'application d'huiles minérales

Un exemple de recherche qui va utiliser le domaine de l'imagerie est le projet CANOPY "CApteurs coNnectés pour un suivi en temps réel du couvert de la Pomme de terre et une protection optimisée des plants contre le virus Y". Il vient d'être retenu par le ministère de l'agriculture dans le cadre de l'appel à projets Casdar Recherche technologique 2020. Il associe la FN3PT, l'INRAE UMR IGEPP et Pessl Instruments, et s'étend sur 42 mois. En effet, seule l'application d'huiles minérales en

végétation permet de lutter efficacement contre la transmission du PVY par les pucerons, vecteurs de la maladie. Optimiser l'application des huiles minérales anti pucerons est un enjeu majeur pour les producteurs de plants de pomme de terre. Les objectifs du projet CANOPY sont d'intégrer des **capteurs numériques** adéquats pour une utilisation en routine et les déployer en réseau sans fil pour le suivi de la plante.

Pour cela, le travail à réaliser consiste à : élaborer un système d'information ad hoc pour récupérer, stocker (dans une base de données) et visualiser les données, valider les mesures réalisées à partir d'observations destructives et par comparaison à des mesures issues d'autres instruments. L'objectif est de proposer de nouveaux itinéraires techniques basés sur la croissance des plantes, permettant une meilleure protection des plantes face au PVY.

Ce projet permettra des avancées concrètes pour les professionnels de la filière plant, par le développement d'un outil numérique intégré permettant de suivre la dynamique de croissance des plantes en temps réel. →



Membre du  SNCPT

COURTAGE - IMPORT - EXPORT

POMMES DE TERRE
Semences et Consommation
OIGNONS

Découvrez notre nouveau site internet
www.maison-mendel.fr

10 A, rue des Amoureux - 30000 NIMES
Tél. : 04 66 04 79 80 - Télécopie : 04 66 04 79 89
maison.mendel@wanadoo.fr



ANSQUIN SOCKEEL EMBALLAGES

PALOX

BIG BAG

PALETTES

LEADER FRANÇAIS DES PALOX
POMMES DE TERRE / ENDIVES / LÉGUMES

03 21 58 69 75 

@ clement@as-emballages.fr

SARL ANSQUIN SOCKEEL EMBALLAGES | 6 GRANDE RUE | 62450 VILLERS AU FLOS

Elle bénéficiera d'une méthodologie de phénotypage validée, aboutissant à un outil d'aide à la décision afin de positionner de façon optimale les pulvérisations d'huiles. C'est aussi l'occasion d'une meilleure connaissance du différentiel de développement des plantes selon les variétés, l'année de culture et la localisation géographique.

Des capteurs fixes sans fil seront déployés sur 4 sites expérimentaux. Afin d'optimiser les recherches, un investissement préalable en temps de travail est nécessaire pour rassembler des données, à la fois grâce à des informations déjà acquises, et des annotations manuelles car il reste toujours des erreurs. Il faudra veiller à l'acquisition de données de qualité, qui soient bien stockées pour des questions de pérennité et de propriété.

Pilotage de culture à l'aide de capteurs, l'exemple wallon :

Dimitri Goffart et Feriel Ben Abdallah, du centre de recherche agronomique wallon (CRA-W) ont évoqué les recherches concernant le pilotage des cultures de pommes de terre de consommation à l'aide d'images satellites pour la **gestion de l'azote**. Les différents capteurs optiques et signaux ont été décrits et les chercheurs ont expliqué pourquoi c'est la mesure des flavonoïdes, mesurés par fluorescence chlorophyllienne grâce au fluorimètre, qui renseignent le mieux



Les chercheurs du CRA-W utilisent un fluorimètre pour le pilotage de l'azote.

sur l'état azoté de la culture. « Trois années d'expérimentation ont permis d'évaluer les potentialités et limitations des indicateurs flavonoïdes, seuls ou combinés à la teneur en chlorophylle. Lors d'une déficience en azote, la teneur en flavonoïdes des feuilles augmente. Cette réaction intervient après 7 à 25 jours, ce qui est plus rapide qu'avec des mesures de réflectance et de transmittance. Au-delà de sa précocité, la sensibilité de réponse révèle une bonne discrimination entre les niveaux d'azote testés pour l'ensemble des dates de mesures ; la mesure révèle également une bonne justesse évaluée sur la base de sa corrélation avec la teneur

en azote de la plante entière, la teneur en azote de la biomasse aérienne, et l'indice de nutrition azoté (corrélation entre 0,83 et 0,87).

La seule limite est le manque de spécificité, car les indicateurs foliaires ne sont pas exclusivement reliés à la fourniture en azote mais dépendent aussi de la variété, de l'année et de la date de mesures. Dans un premier temps, il vaut mieux travailler en valeurs relatives qu'absolues. L'utilisation des fluorimètres peut être envisagée également pour effectuer un diagnostic sanitaire des cultures. Le projet FIRST en pommes de terre vise l'évaluation conjointe de la résistance au mildiou et l'efficacité d'utilisation de l'azote.

Un autre objectif suivi au centre CRA-W est le projet Défapot, qui vise à **optimiser le défanage** en pommes de terre en apportant la dose de défanant adaptée à l'endroit où elle est nécessaire. Il s'agit de démontrer l'utilisation pratique des technologies basées sur l'imagerie (satellite, drones, capteurs embarqués) associée à l'agriculture de précision pour réduire l'impact environnemental de la culture de pommes de terre.

On utilise l'imagerie multi-spectrale pour réaliser des cartes d'hétérogénéité d'indices de végétation (NDVI) ; Le capteur reste le même, embarqué sur un tracteur, un drone ou un satellite. Il faut utiliser un algorithme pour transformer l'indice de végétation en dose de défanant. « Les satellites sont idéaux sauf quand il y a des nuages. Le drone n'est pas toujours utilisable (réglementation) et est sensible au vent. Le capteur à pied parcourt moins de surface. »

La comparaison des données issues des différents vecteurs, appliquées sur deux variétés menées en système classique ou modulé montre les économies en produits et en €/ha. La réduction va de 10 à 59 % mais comme le prix du produit n'est pas très élevé, la différence ne couvre actuellement pas le prix du drone. ✨

			Classique	Modulé	Economie	
			L/ha	L/ha	produit en volume	Economie €/ha
2018	Fontane	Reglone	1,50	1,15	16%	4,9 €/ha
		Spotlight	1,00	0,95		
2018	Bintje	Reglone	3,25	2,63	19%	5,0 €/ha
2019	Bintje	Reglone	2,00	0,83	59%	9,4 €/ha
		Spotlight	1,00	0,62	38%	14,6 €/ha
2019	Fontane	Reglone	3,00	1,18	61%	14,5 €/ha
		Spotlight	1,00	0,84	16%	6,1 €/ha
		Gozai	0,80	0,72	10%	3,1 €/ha

Défantage, résultats en économie de produits et coût.

LUCAS
 lemaire
 INTERNATIONAL POTATO & ONION TRADE

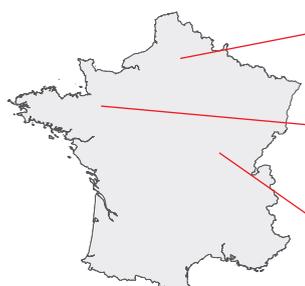


LUCASLEMAIRE.COM

UNE PASSION ET UN SAVOIR FAIRE
 CULTIVÉ DEPUIS QUATRE GÉNÉRATIONS



Vos experts dans la culture de pommes de terre:



Maxime Lucas
 Région Nord-Pas-De-Calais
 T. 06 26 93 86 21

Baptiste Haquet
 Région Ouest
 T. 06 10 12 57 66

Hervé Vautrelle
 Région Est
 T. 06 78 97 98 89

- Préparation du sol
- Plantation
- Récolte
- Stockage
- Tri

dewulf
 enjoy growing