



RAPPORT
D'ACTIVITÉS
2 0 2 0

POMMES DE TERRE

ARVALIS
Institut du végétal



RAPPORT D'ACTIVITÉS POMMES DE TERRE 2020



Avec le soutien financier des filières pommes de terre
(CNIPT et GIPT) et de FranceAgriMer.

www.arvalisinstitutduvegetal.fr



Membre de :



Partenaire technique ACTIA



ARVALIS - Institut du végétal

3, rue Joseph et Marie Hackin 75116 Paris
Tél. : + 33 (0) 1 44 31 10 00
www.arvalisinstitutduvegetal.fr

Réalisation : Service Communication-Marketing ARVALIS - Institut du végétal / Maquette AGPM-GIE
Crédit photos : Service Communication-Marketing et collaborateurs ARVALIS
Édition : juin 2021

Sommaire

Pages	
■ Éditorial	4
■ Gouvernance Une forte implication professionnelle	5
■ Vos contacts	8
■ Nos pôles de compétences Mettre au point des solutions pertinentes et les diffuser via des supports et des modes d'accès multiples	9
■ Échanges et collaborations	10
■ Regards croisés sur l'année d'ARVALIS Fixer le CAP pour 2025	11
■ Direction de la valorisation Porter les innovations	13
■ Communication	14
■ Recherche collaborative De nombreux projets et alliances scientifiques en cours et à venir sur les pommes de terre	15
■ Produits et services de l'Institut en 2020 Apporter les innovations sur le terrain	16
■ Les acquis de l'année Résultats marquants par défi	25
DÉFI 1 / AUGMENTER ET RÉGULARISER LES RENDEMENTS	27
DÉFI 2 / PRODUIRE DES MATIÈRES PREMIÈRES ADAPTÉES AUX DÉBOUCHÉS ET LES CONSERVER	29
DÉFI 3 / CONSTRUIRE ET PROMOUVOIR UNE PROTECTION INTÉGRÉE DES CULTURES	35
DÉFI 4 / ÉVALUER ET VALORISER LES POTENTIALITÉS DU SOL, GÉRER LES RESSOURCES HYDRIQUES ET MINÉRALES	43
DÉFI 5 / ÉVALUER ET AMÉLIORER LA MULTIPERFORMANCE DES SYSTÈMES DE PRODUCTION	48
DÉFI 6 / VALORISER LES INNOVATIONS TECHNOLOGIQUES ET MÉTHODOLOGIQUES	50

Éditorial

2020 Année Atypique et sous contraintes



Sanitaire : avec bien sûr le COVID

Climatique : avec inondations et sécheresses

Commerciales : petite récolte et marchés qui se sont rapidement dégradés tant en débouchés qu'en prix

Politique : les grands enjeux mondiaux sur le climat, le bilan carbone et les gaz à effet de serre, l'accès à l'eau...

Réglementaire : je vais en oublier et c'est tous les jours

Au final, les familles réunies au sein du Comité Professionnel conscientes de tous ces éléments ont bâti et débattu sur un nouveau programme plus ambitieux pour faire vivre la filière et son produit, notre chère Pomme de terre.

J'y vois deux éléments forts. D'abord, toujours produire un produit de qualité pour alimenter nos marchés bien sûr.

Ensuite affronter l'émergence des défis auxquels nous sommes confrontés, et que nous ne pourrions relever qu'en étant rassemblés pour tisser les liens et partager nos valeurs dans cet écosystème.

Avec la collaboration de notre institut ARVALIS, je ne doute pas que nous y parvenions avec des moyens financiers et humains acquis.

Didier LOMBART

*Président du Comité Professionnel Pomme de Terre
d'ARVALIS - Institut du végétal*



gouvernance une forte implication professionnelle

Le programme d'ARVALIS s'inscrit dans les priorités du PNDAR (Programme national de développement agricole et rural), financé par le CASDAR, qui a défini ses orientations pour la période 2014-2020 au travers d'un contrat d'objectifs avec les Instituts techniques agricoles.

Il intègre aussi pleinement les orientations données par ses différents financeurs professionnels des filières pomme de terre, qui se sont dotées d'instances spécifiques techniques à même de formaliser des propositions et d'évaluer les travaux :

Le **comité professionnel pomme de terre**, instance décisionnelle, réunit des responsables des différentes familles signataires de la convention avec ARVALIS [le Comité National Interprofessionnel de la Pomme de Terre (CNIPT), le Groupement Interprofessionnel pour la Valorisation de la Pomme de Terre (GIPT), l'Union Nationale des Producteurs de Pommes de Terre (UNPT)]. Ce comité fixe les orientations générales, valide les programmes et les budgets et examine les résultats obtenus de la recherche développement en pomme de terre. Depuis juillet 2011, Didier LOMBART préside le comité professionnel.

Un séminaire du comité professionnel a eu lieu les 2 et 3 septembre 2020 afin de réfléchir à quelques sujets prospectifs et d'approfondir les réflexions concernant le programme 2022-2025. Les différents sujets abordés ont été l'adaptation au changement climatique, la prévision du rendement, la modélisation de la culture ou le dossier « Carbone ». Ce séminaire a aussi permis de discuter sur comment la filière

peut s'approprier les travaux de l'institut pour mieux communiquer et les valoriser. Enfin, un échange avec les représentants de la FN3PT a permis de dresser l'ensemble des travaux menés par cet institut et les éventuels partenariats à développer pour les années à venir.

Le **comité technique pomme de terre**, instance consultative, réunit les techniciens de différents organismes ou entreprises du secteur de la pomme de terre ainsi que des experts scientifiques reconnus. Il a pour objet de collecter les besoins du terrain et de contribuer à la construction du programme de l'Institut ainsi que de discuter les résultats obtenus. Suite aux discussions au sein du comité professionnel de novembre 2019, la composition du comité technique a été revue pour les années à venir, de façon à avoir un public de techniciens de terrain le plus représentatif de l'ensemble des filières.

Ce comité s'est réuni en mai 2020 afin de travailler sur le thème du **stockage et de la conservation des tubercules** de pomme de terre.

Au final, le **conseil d'administration** d'ARVALIS intègre les activités pomme de terre dans le programme général de l'Institut, au vu des décisions du comité professionnel. Deux administrateurs représentent le secteur au conseil d'administration et trois experts de la pomme de terre sont invités au conseil scientifique, dont le président du conseil scientifique de la FN3PT.

DÉCLINAISON DU PROJET ARVALIS 2020

La mise en œuvre de la nouvelle « feuille de route » pour la période 2013-2020 et du projet d'entreprise ARVALIS 2020 qui en découle ont entraîné un mode de fonctionnement de l'Institut révisé depuis l'exercice 2014-2015.

La restructuration des activités de l'institut, fruit d'une réflexion prospective partagée avec les producteurs à l'occasion des commissions régionales et des commissions nationales, a abouti à l'identification de 6 défis majeurs à relever à l'horizon 2020 pour l'ensemble des espèces étudiées : céréales à paille, maïs, sorgho, fourrages, pommes de terre, lin, tabac.

Plus spécifiquement sur pomme de terre, ces défis ont été traduits, grâce aux travaux du comité professionnel pomme de terre, dans un nouveau processus programme mis en place à partir de 2015. Ce programme est composé d'actions de bases ou transversales (ex : innovations variétés, produits phyto-pharmaceutiques, engrais... ; réglementation, environnement... ; expertises : privées, « Qualités » CNIPT, groupes nationaux... ; BSV...), qui représentent environ 50 % de l'activité, et de projets.

Des réflexions ont eu lieu fin 2020 pour réaménager le processus programme pomme de terre pour la future période afin de caler à la nouvelle feuille de route d'ARVALIS 2025 mais aussi de répondre aux attentes du plan de filière. Les défis seront renommés voire supprimés pour une meilleure compréhension et déclinaison du programme global.

3^{ème} ANNEE DU PROGRAMME COMPLEMENTAIRE

Suite aux réflexions menées lors des séminaires professionnels prospectifs de 2017 et 2018, les filières avaient décidé de confier à ARVALIS la réalisation d'un **programme complémentaire** pour un montant d'1.5 millions d'euros sur 3 ans. Ce programme se focalise sur 3 axes, 11 thèmes et 26 actions. Le programme d'actions complémentaires **ne se substitue pas au programme en cours, composé d'actions transversales et du programme DEFIPOM 2020**, mais s'ajoute à celui-ci.

Il a pour but d'aller plus vite et plus loin dans la construction de nouvelles solutions permettant aux producteurs, aux entreprises et aux industriels de relever les nombreux défis qu'ils devront relever dans les prochaines années.

Il contribuera à :

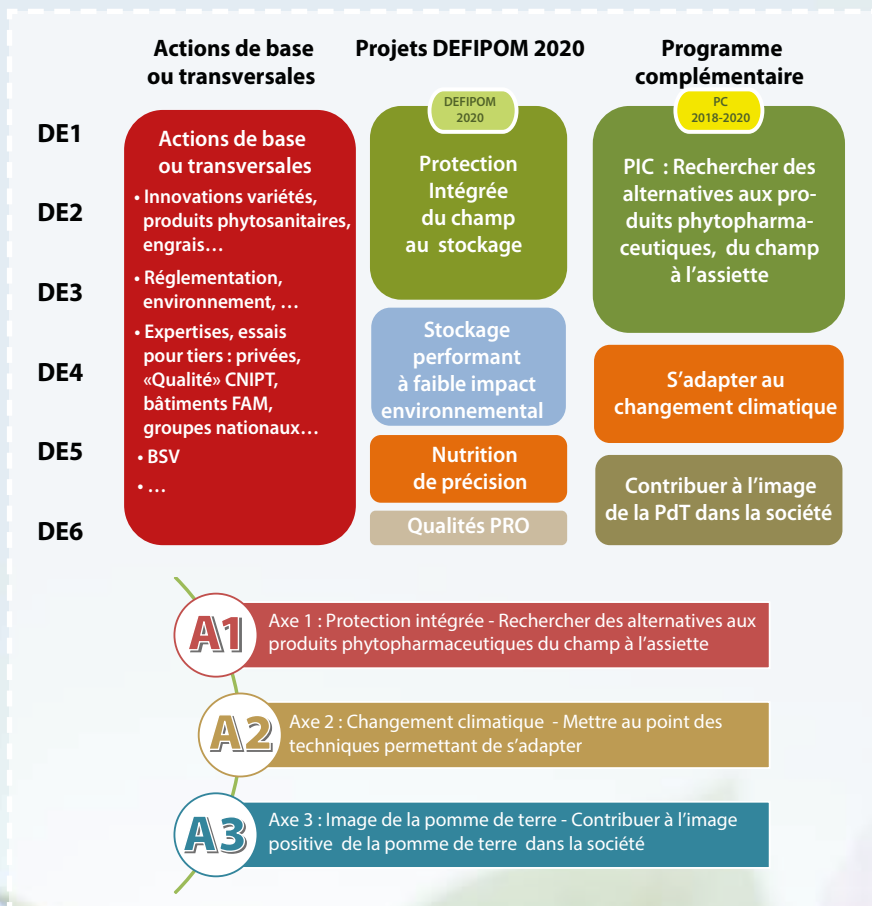
- Accélérer la mise au point de solutions techniques pour les agriculteurs et les entreprises ;
- Rechercher de nouvelles voies pour la protection de la culture et la conservation des pommes de terre ;
- Faire évoluer les pratiques de production vers plus de durabilité ;
- Valoriser les innovations technologiques au service des producteurs et des entreprises.

Pour ce faire, le programme complémentaire vise des **actions à portée opérationnelle, de court et moyen terme** (horizon 2020), pour un budget spécifique en 2020 d'un peu plus de 550 000 euros.

Pour suivre et garantir le bon déroulement des opérations, il propose un suivi spécifique (groupe de suivi) et des indicateurs de réussite.

Le comité professionnel a acté le fait de prolonger certaines actions sur 2021 afin de les finaliser. Le budget à y consacrer est d'un peu moins de 170 000 euros.

Les réflexions ont aussi été amorcées pour la suite de ce programme sur la période 2022-2025 tant sur le fond que sur la forme et l'articulation entre les différents pans d'activités.



Selon les thématiques abordées, le comité technique peut mobiliser des experts d'autres structures telles qu'IRSTEA, Agences de l'eau, ACVNPT...

Responsables des filières pomme de terre au conseil d'administration d'ARVALIS - Institut du végétal

- LOMBART Didier
(Président du comité professionnel pomme de terre - UNPT)
- TRILLON Patrick
(administrateur ARVALIS - CNIPT - UNPT)

Experts pomme de Terre au conseil scientifique d'ARVALIS - Institut du végétal

- ANDRIVON Didier (INRA)
- CHAGVARDIEFF Pierre (FN3PT, CEA)
- DELACOUR Arnaud (UNPT, agriculteur)

>> Comité professionnel pomme de terre / Composition 2020

AULARD Patrick	FEDEPOM (administrateur)
AZNAR Aude	Responsable qualité du CNIPT
BENAMOU Norbert	Directeur général d'ARVALIS - Institut du végétal
CHATELAIN Luc	Président du CNIPT
DELACOUR Arnaud	UNPT
DEQUEKER Alain	Secrétaire général de l'UNPT
D'EVRY Geoffroy	Président de l'UNPT
DUCOURNEAU Caroline	Directrice de FELCOOP
EMPINET Marie-Laure	GIPT/CSF (Présidente de la CSF)
FOY Pascal	Ex-Président du GIPT
HANNON Cyril	Animateur filière pomme de terre d'ARVALIS - Institut du végétal
JACQUES François	Secrétaire général d'ARVALIS - Institut du végétal
LAURENT François	Directeur R&D d'ARVALIS - Institut du végétal
LEMOINE Nicolas	UNPT/FELCOOP
LOMBART Didier	Président du Comité professionnel d'ARVALIS - Institut du végétal (et GIPT/UNPT Fécule)
MASCRE Martin	Directeur de l'UNPT
MINGUY André	UNPT/FELCOOP
OUILLOU Bertrand	Délégué GIPT
PASCO Gwenolé	Représentant CSF
PEENAERT Antoine	Vice-Président de l'UNPT
ROSSILLION Florence	Directrice du CNIPT
SUREL Morgan	Directeur de FEDEPOM
TRILLON Patrick	Administrateur ARVALIS - CNIPT - UNPT
TROPATO Gérard	GIPT/FNTPT (mandaté par le Président de la FNTPT)
VANDERHEYDEN Christian	Président du GIPT
VIAL Anne-Claire	Présidente d'ARVALIS - Institut du végétal

>> Comité technique pomme de terre / Nouvelle composition 2020

ANDRIVON Didier	INRA, Membre du Conseil Scientifique d'ARVALIS
AZNAR Aude	CNIPT
BROUTIN François-Xavier	AVIKO
CAM Michel	TRISKALIA
CHATOT Catherine	Experte
CUISINIEZ Victor	GITEP
DAOUZE Jean-Paul	CA 51
DELACOUR Arnaud	UNPT, Membre du Conseil Scientifique d'ARVALIS
DEPREAU Corentin	NATUP
DEQUEKER Alain	UNPT Secrétaire Général
DIAGOURAGA Pierre	ATPPDA
DULOT Mathieu	TEREOS
GARSON Solene	UNEAL
GENOVA Claire	UNPT
GERIGEON Vianney	GERMICOPA
HOULLIEZ Benoit	CHAMBRE d'AGRICULTURE 59/62
JUNG Denis	CA 67
LAFAYE Sébastien	TERRE DE FRANCE
LARGNIER Max	INTERSNACK
LE HINGRAT Yves	Inov3PT
LE MEUR Loïc	UNPT
LOMBART Didier	Président du Comité Professionnel
MONNIER Patrick	TOUQUET SAVOUR
OUILLOU Bertrand	GIPT
PAQUET William	LE GOUessant
PASCO Gwenolé	ETS ROQUETTE
PETITJEAN François	EXPANDIS
PICHEREAU Fanny	PARMENTINE
POLLET Luc	CA 76
POUTRAIN Bruno	COOPERATIVE FECULIERE de VECQUEMONT
PRECHONNET Christophe	POM'ALLIANCE
QUENNEMET Philippe	ALTHO
SZILVASI Sophie	DGAL/SDQPV
TESSIER Anne-Lucie	CHAMBRE d'AGRICULTURE D'EURE ET LOIR
TROPATO Gérard	McCain

Vos contacts

P O M M E D E T E R R E

RÉSEAU RÉGIONAL

Anaïs TOURSEL (région Nord)
CS 30200 - Estrées-Mons
80208 PERONNE Cedex
Tél. : 03 22 85 75 60
E-mail : a.toursel@arvalis.fr

Élodie QUEMENER (région Ouest)
Maison de l'Agriculture Tréhorbec
Av. Borgnis Desbordes - BP 398
56009 VANNES Cedex
Tél. : 02 97 46 59 16
E-mail : e.quemener@arvalis.fr

François GHIGONIS (région Centre)
Station expérimentale
91720 BOIGNEVILLE
Tél. : 01 64 99 22 23
E-mail : f.ghigonis@arvalis.fr

SPÉCIALISTES

CS 30200 - Estrées-Mons
80208 PERONNE Cedex

Équipements et conservation
Michel MARTIN
Tél. : 03 22 85 75 60
E-mail : m.martin@arvalis.fr

Morgane FLESCH
Tél. : 03 22 85 75 69
E-mail : m.flesch@arvalis.fr

Fertilisation N
Amaury PAGET
Tél. : 03 22 85 75 60
E-mail : a.paget@arvalis.fr

SPÉCIALISTES

Station Expérimentale
91720 BOIGNEVILLE

Fertilisation NPK – Gestion de l'eau et irrigation
Francesca DEGAN
Tél. : 01 64 99 23 19
E-mail : f.degan@arvalis.fr

Maladies

Denis GAUCHER / Guillaume BEAUVALLET
Tél. : 01 64 99 22 64 / 01 64 99 22 63
E-mail : d.gaucher@arvalis.fr
E-mail : g.beauvallet@arvalis.fr

Variétés et qualités

Fadi EL HAGE
Tél. : 01 64 99 22 89
E-mail : f.elhage@arvalis.fr

Travail du sol et cultures intermédiaires

Jérôme LABREUCHE
Tél. : 01 64 99 23 39
E-mail : j.labreuche@arvalis.fr

Ravageurs

Juliette MARON
Tél. : 01 64 99 22 72
E-mail : j.maron@arvalis.fr

Désherbage et défanage

Cécile ROQUES
Tél. : 01 64 99 22 68
E-mail : c.roques@arvalis.fr

Environnement et phytosanitaires

Jonathan MARKS PERREAU
Tél. : 01 64 99 22 80
E-mail : j.marksperreau@arvalis.fr

Environnement et biodiversité

Véronique TOSSER
Tél. : 01 64 99 23 15
E-mail : v.tosser@arvalis.fr

Systèmes de culture innovants et durabilité

Coraline DESSIANNE
Tél. : 01 64 99 23 15
E-mail : c.dessianne@arvalis.fr

Pulvérisation

Benjamin PERRIOT
Tél. : 01 64 99 22 14
E-mail : b.perriot@arvalis.fr

COORDINATION

3, rue Joseph et Marie Hackin
75116 PARIS

Directeur du Département R & D
Coordination activités pomme de terre

François LAURENT
Tél. : 01 44 31 10 00
E-mail : f.laurent@arvalis.fr

Cyril HANNON (région Nord et animation filière)
Tél. : 03 22 85 75 60
E-mail : c.hannon@arvalis.fr

SPÉCIALISTE

Domaine expérimental du Magneraud
17700 ST PIERRE D'AMILLY

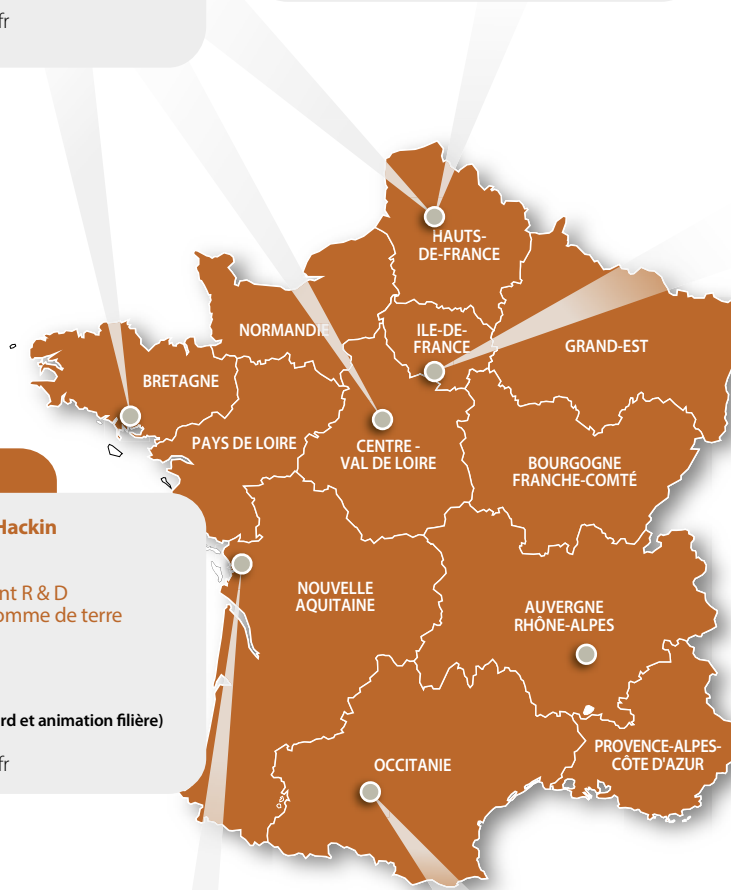
Connaissance et gestion durable des sols
Thibaud DESCHAMPS
Tél. : 05 46 07 44 71
E-mail : t.deschamps@arvalis.fr

SPÉCIALISTES

6, chemin de la Côte Vieille
31450 BAZIÈGE

Économie
Marc BERRODIER
Tél. : 05 62 71 79 44
E-mail : m.berrodier@arvalis.fr

Matière organique et PRO
Hélène LAGRANGE
Tél. : 05 62 71 79 50
E-mail : h.lagrange@arvalis.fr



Nos pôles de compétences

Mettre au point des solutions pertinentes et les diffuser via des supports et des modes d'accès multiples

Les activités de recherche et de développement conduites sur la pomme de terre au sein d'ARVALIS ont pour objectif de fournir aux acteurs des filières des références techniques permettant de concilier, sur l'ensemble du territoire, compétitivité économique, adaptation aux marchés et contribution positive aux enjeux environnementaux. Ces références opérationnelles s'appuient sur les résultats les plus récents acquis par la veille bibliographique, des partenariats avec la recherche, et par la mise en place d'expérimentations ciblées, dans le cadre d'un réseau de partenaires et relais sur le terrain. L'activité de l'Institut s'inscrit dans le contrat d'objectif de l'ACTA, et bénéficie, outre du financement professionnel, d'aides du CASDAR et de FranceAgrimer. Pendant de nombreuses années, ces activités ont été certifiées « ISO 9001 » et ARVALIS – Institut du végétal bénéficiait de la double qualification d'Institut technique agricole et agrolimentaire. L'Institut dispose également de l'agrément BPE lui permettant de réaliser des essais officiellement reconnus dans le cadre de l'homologation des nouvelles spécialités phytosanitaires proposées par les firmes, et ainsi de travailler en amont sur des solutions pertinentes pour les filières.

RSE : ARVALIS avance dans le concret

La mission d'ARVALIS est résolument inscrite dans une démarche d'innovation pour l'agro-écologie et le développement durable. Elle associe agriculteurs, filières, pouvoirs publics et salariés autour d'une ambition commune : produire en conciliant économie, attente de la société et préservation des ressources.

La RSE est entrée chez ARVALIS en 2016, d'abord sous forme d'interrogation pour aller plus loin que la démarche Iso 9001 qui avait rempli son office. Après une année de réflexion, elle a été officiellement lancée en mai 2018. Une vingtaine d'actions ont assez vite été identifiées pour être réalisées dans les deux ans. La base en est le référentiel RSE (norme Iso 26000) qui compte 7 questions centrales et 50 enjeux. ARVALIS, aidé par le cabinet spécialisé Des Enjeux et Des Hommes a identifié ses 10 priorités. Certains appartiennent à l'ADN de l'Institut et doivent être encore mieux mis en avant telles que la diffusion et l'accessibilité des informations et des travaux, d'autres doivent être consolidés, d'autres encore monter en puissance



> Chaque année, environ 15 hectares et une quinzaine de cellules de stockage sont mobilisés pour l'acquisition de références sur les deux plateformes instrumentées de Villers-Saint-Christophe (02) et Boigneville (91) / Audeville (45).

même si les équipes sont déjà engagées. La co-construction des plans d'action RSE s'appuie sur la mobilisation du comité de direction et des animateurs d'enjeux, également impliqués dans le suivi trimestriel de leur mise en œuvre effective grâce à des indicateurs spécifiques.



Échanges et collaborations

Pour relever les défis d'une agriculture à haute valeur économique et écologique, ARVALIS - Institut du végétal s'investit dans des recherches collaboratives. Elles mobilisent les compétences les plus pointues et les financements les mieux adaptés aux enjeux. Les programmes de recherche collaborative permettent de démultiplier les moyens et les compétences de l'Institut. Nous avons évalué que les moyens investis par ARVALIS dans les projets de recherche collaborative permettaient de mobiliser au moins cinq fois plus d'expertise. C'est aussi un moyen de faire connaître et reconnaître ses compétences en France et à l'étranger.

Toutes espèces confondues, l'Institut est impliqué en tant que leader ou partenaire dans une centaine de projets qui couvrent l'ensemble de son champ d'activités. Il en démarre une trentaine de nouveaux chaque année, pour une durée de 1 à 10 ans, dont plusieurs concernent spécifiquement ou indirectement la pomme de terre (voir ci-après).

Le périmètre est large, de la recherche académique (projets de l'Agence Nationale de la Recherche, du Grand Emprunt, ...) au développement agricole (projets CASDAR ...) en passant par le développement de produits et services (pôle de compétitivité, ...) ou le développement local (projets régionaux).

Un cluster européen pour la diversification

Le cluster européen Crop Diversification regroupe 6 projets collaboratifs financés par le programme européen H2020 sur la diversification des cultures. Arvalis est directement impliqué dans 2 d'entre eux : ReMIX et DiverIMPACTS.

Le cluster explore les avantages de la diversification des cultures en termes de développement durable pour les agriculteurs et toute la chaîne de valeur. L'important travail de concertation mené entre tous les projets doit aboutir au transfert de connaissances sur ce qui est régionalement le plus adapté : pratiques et types de cultures, outils et innovations, évaluations multicritères des performances à différentes échelles territoriales ... Arvalis est également actif dans le groupe de travail chargé de communiquer autour de l'activité du cluster et de ses projets.

UNILIS : coup de pouce aux jeunes pousses

Créée en janvier 2020, la société Unilis Agtech s'est vu confier par ses créateurs, Unigrains (49 %), Arvalis (49 %), AGPB (1 %) et AGPM (1 %), la mission d'accompagner les jeunes sociétés innovantes dans le domaine des agro-technologies. Il s'agit d'accélérer l'optimisation et l'intégration de leurs solutions dans les systèmes agricoles de production de grandes cultures et de cultures fourragères. La particularité d'Unilis est d'assurer un double accompagnement : technique d'une part, puisqu'elle soutient un programme de R&D, financier d'autre part. La valeur totale de cet accompagnement s'étage entre 100 et 300 k€. Unilis peut également faire bénéficier le lauréat d'un réseau de mentors. Les sociétés éligibles n'ont aucune contrainte d'origine, mais la solution proposée doit être pertinente pour l'agriculture française. Depuis le début de l'année, plus de 20 jeunes entreprises ont candidaté et la première société lauréate est Inarix. Par la suite, un à deux appels à candidature seront lancés chaque année pour soutenir jusqu'à trois entrepreneurs.

Plant2Pro de nouveau labellisé Carnot

Le 7 février 2020, le ministère de l'enseignement supérieur, de la recherche et de l'innovation a annoncé la labellisation de 39 Instituts Carnot suite à l'appel à labellisation lancé en juin 2019. Plant2Pro fait partie de ces 39 Carnot. Ils bénéficieront d'une enveloppe de 62 millions d'euros de financement annuel pour renforcer la recherche partenariale sur les trois prochaines années.

Plant2Pro (le Carnot des productions végétales) est porté par l'Inrae et regroupe 16 laboratoires de recherche académique, sous les tutelles Inrae (AgroCampus Ouest, AgroParisTech, AgroSup Dijon, Montpellier SupAgro, le CNRS...) ainsi que 3 instituts techniques agricoles, Arvalis, l'IFV et Terres Inovia. A l'occasion de sa seconde labellisation, Plant2Pro intègre deux nouvelles entités membres, l'UR TSCF à Clermont-Ferrand et l'UMR ITAP à Montpellier.

Institut Carnot est un label d'excellence accordé à des groupements de laboratoires académiques et/ou à des instituts techniques, dont l'objectif est de promouvoir la recherche partenariale public/privé. L'Institut Carnot Plant2Pro propose aux entreprises une vitrine de compétences de R&D qui s'étend sur 4 grandes thématiques : la génétique et la sélection variétale ; la protection et la nutrition des plantes ; les systèmes de culture innovants ; le numérique pour les productions végétales.



Regards croisés sur l'année d'ARVALIS

Fixer le CAP pour 2025

« Cette année très spéciale pointe l'importance de la résilience des exploitations et des filières. Elle nous engage sur la voie de notre nouveau projet d'entreprise dans le cadre de la transition agro-écologique, à toutes les échelles, de la modulation intraparcellaire aux territoires. »

Norbert Benamou – directeur général,
Philippe Gate – directeur scientifique

L'exercice 2019-2020 a été marqué pour Arvalis, par le lancement de la nouvelle feuille de route qui fixe le cap pour 2025 et, donc, pour le nouveau projet d'entreprise 2021-2025. A l'automne 2019, une enquête « 360° » auprès des acteurs avec lesquels l'Institut interagit (mandants habituels mais aussi ONG, monde industriel,

recherche académique, politiques...) a fourni de nombreuses données sur la perception qu'ils ont d'Arvalis, ses points forts et les points à améliorer ainsi que les missions qui lui sont confiées. Ce tour d'horizon, mis en perspective avec les grandes évolutions du contexte agricole du point de vue aussi bien économique, climatique que sociétal, a servi de base à la rédaction de la feuille de route, adoptée début 2020 par le conseil d'administration. « Notre objectif est désormais de la convertir en projet d'entreprise en faisant ressortir les enjeux opérationnels, les plans d'action et les indicateurs de performance avant fin 2020 » explique Norbert Benamou, directeur général d'Arvalis. « Le processus a été ralenti par le confinement et la crise COVID-19, qui nous ont imposé de nous concentrer sur des sujets opérationnels liés à cette situation exceptionnelle. Mais le cheminement se poursuit et les réflexions ont intégré l'impact COVID-19. Nous devrions tenir les délais pour que ce nouveau projet d'entreprise entre bien en opération le 1^{er} juillet 2021 comme prévu ».

Mission : résiliences

Il n'y a pas de révolution dans les missions confiées à l'Institut, mais bien une évolution de fond avec en fil rouge la résilience des exploitations dont l'importance a été mise en évidence par la multitude des chocs réglementaires comme climatiques qu'elles ont connus cette dernière décennie. Il ne s'agit plus seulement d'atteindre la performance aux points hauts mais aussi d'éviter les points bas. « Arvalis doit mobiliser toute son expertise pour favoriser l'émergence des techniques de production et des systèmes d'exploitation conciliant, pour tous les territoires français, la performance économique, l'adéquation aux marchés, la résilience aux évolutions réglementaires, économiques et aux aléas climatiques tout en contribuant positivement aux enjeux de l'environnement et de la biodiversité » résume Philippe Gate.

Les priorités sont maintenues et accentuées, les travaux d'Arvalis portant l'ambition de productions agricoles de qualité en quantité adaptées aux marchés. « Nous voulons aussi faire en sorte que le conseil et le développement agricoles soient encore plus reconnus

comme le maillon essentiel qu'ils sont en matière d'innovation et de transmission des connaissances » soulignent ses dirigeants.

« Nous actons plus de trente ans d'évolution de l'agriculture. Notre nouvelle feuille de route va clairement au-delà de la production qui était l'objectif premier, pour privilégier une rentabilité économique basée sur l'agro-écologie avec des systèmes multi-performants intégrant une moindre consommation d'intrants de synthèse et l'économie des ressources grâce à des solutions intégrées et systémiques » pointe Philippe Gate. Ce qui impose non plus de regarder un élément à la fois, mais de savoir combiner les leviers et d'intégrer, au-delà de la production, son lien avec l'économie, l'environnement et la société dans un continuum jusqu'au consommateur. Tout cela impose une évaluation multicritère des solutions proposées, tout en renforçant notre capacité à identifier et à évaluer les innovations issues de la recherche. « Notre projet d'entreprise s'appuie sur les acquisitions de référence qui sont au cœur de tous nos outils » rappelle d'ailleurs Norbert Benamou.

Agro-écologie inside

De nouveaux indicateurs éco-systémiques prennent de l'importance, comme les émissions de gaz à effet de serre, la qualité de l'eau, la biodiversité, le stockage du carbone... pour aller chercher de la valeur grâce aux services complémentaires apportés par les exploitations dans l'espace où elles s'inscrivent. Ils peuvent être à la fois marchands et subventionnés, comme le crédit carbone. « Comment faire au mieux pour que ces services soient rémunérés est une vraie question » souligne Norbert Benamou. « Pour un agriculteur, la transition agro-écologique nécessite d'adapter son système pour dégager un revenu non seulement ses cultures principales mais également en cherchant la meilleure valorisation de ses co-produits » complète Philippe Gate.

L'échelle territoriale acquiert une importance croissante dans l'adaptation locale des systèmes de production et des filières. L'évaluation de la performance doit intégrer cette dimension car elle réunit à la fois tous les enjeux et tous les acteurs : par exemple, difficile de produire des cultures intermédiaires à vocation énergétique si aucune valorisation locale n'est disponible ...

« Sur la campagne 2019-2020, nous avons beaucoup travaillé sur le label bas-carbone en grande culture avec l'objectif de mettre

au point une méthodologie partagée. Nous avons également engagé une étude prospective sur l'impact des modèles agro-écologiques au sein des territoires » illustre également Philippe Gate.

Les chantiers sont très opérationnels, comme le développement d'OAD tactiques pour adapter localement les pratiques aux conditions de l'année, sans négliger les OAD plus stratégiques comme Asalée, lancé en 2019 et déployé cette année, pour choisir

les espèces à l'échelle d'une rotation. Dans le cadre du plan de sortie du glyphosate, Arvalis a reçu plus de 10 000 réponses à son enquête sur les usages des producteurs. Sur l'aspect agronomique, l'observatoire des sols a fait apparaître la difficulté pour une exploitation bio de maintenir la durabilité agronomique sans complémentarité avec l'élevage...

COVID-19 : Arvalis fait face

Maintien de la quasi-totalité des essais dans le respect des précautions sanitaires, dématérialisation des formations et des événements, augmentation de la production numérique... : Arvalis a su s'adapter à la crise COVID-19.

Comme toute la société française, Arvalis a été impacté par la crise COVID-19. Outre quelques cas avérés dans ses équipes, heureusement sans aucun cas grave, l'Institut a dû s'adapter en appliquant les mesures sanitaires avec une priorité, la santé de ses salariés. Il a choisi de maintenir dans une très large mesure ses activités afin d'apporter aux acteurs agricoles les éléments dont ils avaient besoin pour le pilotage de leurs cultures mais aussi pour éviter une année blanche dans ses acquisitions de référence voire la perte d'essais pluriannuels.

Durant le confinement (16 mars -11 mai), les sites ont été fermés au public mais aucune des 50 plateformes au champ n'a été mise en sommeil. De nombreux techniciens et ingénieurs (28 % des effectifs) ont œuvrés sur ces plateformes pour traiter toutes les problématiques du programme d'expérimentation. Malgré des précautions sanitaires ralentissant les travaux, la quasi-totalité des essais se sont ainsi poursuivis.

Pour les autres activités, le recours au télétravail a pu être généralisé, permettant de limiter le chômage partiel à 7 % des effectifs. Les retards générés sur les travaux en laboratoire ou hors champ devraient être tous rattrapés avant fin 2020.

Les formations et les événements prévus ont été dématérialisés à l'image du colloque Digifirme (4 webinaires de 2h). D'autres sont reportés comme le colloque plantes de service (19 janvier 2021) et le colloque orges brassicoles (7 avril 2021). D'autres encore ont dû être annulés : Lin'Ovation (juin 2020), Potato Europe (septembre 2020).

Un effort particulier a été porté durant la période à la production documentaire et numérique (accroissement de +68 % sur Yvoir et Arvalis-Info) ce qui s'est aussi traduit par une augmentation de la fréquentation de 250 000 visites sur l'ensemble des sites d'information. En complément, l'Institut a mis en place des rendez-vous numériques avec les techniciens (Live campagne hebdomadaire, visites d'essais en live comme les *Inter'actives* dans le Sud).

Enfin, durant le confinement, les équipes régionales ont été fortement sollicitées par des agriculteurs qui s'orientaient auparavant vers leurs techniciens de chambres ou d'OS. La charge de travail induite a représenté près de 400 jours sur deux mois.

Le déconfinement n'a pas signé un retour à la normale et l'organisation s'est adaptée de nouveau pour préparer le retour, le 2 juin, des personnels en plus grand nombre dans les différents sites (ancrage des gestes barrières, aménagements des espaces de travail, des flux de personnes, approvisionnement en équipement de protection, organisation du travail et de l'arrivée des CDD et des stagiaires plus nombreux en cette période...). La faculté de l'Institut à adapter sans retard son organisation à l'évolution de l'épidémie reste un enjeu majeur pour 2020-2021.



Direction de la valorisation porter les innovations

Créée en novembre 2018, la Direction de la valorisation remplit trois missions principales : gérer la propriété intellectuelle d'Arvalis notamment les brevets, piloter les transferts de technologie vers des entreprises extérieures en négociant par exemple des licences d'exploitation, rassembler les compétences dans l'Institut pour amplifier son développement commercial.

Questions à Romain Val, directeur de la valorisation

Qu'est-ce que la direction de la valorisation ?

Elle a pour mission d'identifier et de valoriser économiquement les innovations d'Arvalis dans le but de sécuriser financièrement l'Institut et de renforcer ses actions au service des agriculteurs et des filières. Pour cela, nous coordonnons avec l'ensemble des équipes de l'Institut les actions allant de la sélection et la protection d'innovations au transfert technologique ou à la mise en marché de produits et services. Nous participons également à la définition des orientations de l'Institut au travers de la connaissance des

marchés issue de la veille concurrentielle et de l'écoute clients que nous centralisons au sein de l'Institut. Nous mobilisons ainsi en transversal les expertises d'Arvalis pour ces différentes activités et développons des partenariats stratégiques avec les acteurs économiques pertinents, de la start-up aux grands comptes.

Qu'est-ce que cela change ?

La création de la direction de la valorisation permet de réunir toutes les compétences qui étaient auparavant réparties entre plusieurs directions et de professionnaliser la valorisation économique des expertises d'Arvalis. La mise en place d'un pilotage centralisé permet une meilleure coordi-

nation des gammes et de leur suivi. Outre ces éléments, elle marque un changement profond dans les pratiques puisqu'il s'agit d'inscrire la valorisation économique plus en amont dans nos projets R&D davantage dans une logique market-pull, de sécuriser la propriété intellectuelle de nos résultats et de professionnaliser la mise en marché pour *in fine* favoriser l'arrivée d'innovations dans les cours de fermes.

Qui compose cette direction ?

Avec 5 personnes la première année puis 12 la suivante, notre direction devrait rapidement atteindre une quinzaine de personnes majoritairement issues de l'interne. Certaines appartenaient par exemple à la direction de la R&D et travaillaient sur les OAD. D'autres sont en cours de recrutement pour étoffer l'équipe d'expertises. Du côté de l'organigramme de la direction, nous avons d'une part la protection intellectuelle et le transfert, d'autre part l'activité commerciale, organisée par marchés : agrofourniture, organismes stockeurs, organismes de développement avec une équipe transversale dédiée à la production des OAD. Nous avons créé 4 postes d'ingénieur marché. Ils sont à la croisée des chemins entre clients, équipes internes et partenaires pour le développement des produits sans être les spécialistes techniques, qui reste bien la tâche des référents techniques.





Communication

L'agriculteur. Le citoyen. L'action !

La société demande toujours plus à l'agriculture, l'action d'Arvalis est donc de trouver les moyens de concilier les exigences de l'agriculteur et celles du citoyen. Son action de communication « L'agriculteur. Le citoyen. L'action ! », lancée au SIA en février 2020, veut informer les acteurs non agricoles sur ses travaux. Elle montre les contributions scientifiques et techniques de l'institut au bénéfice de tous. En affirmant que Dans tout agriculteur il y a un citoyen qui veille, elle décrit une série de travaux sur les thèmes d'actualité (changement climatique, ressources en eau, environnement, pesticides, agro-écologie, ...).

ARVALIS repéré par la presse grand public

A l'occasion de salons, d'innovations ou de dossiers parlant d'agriculture, la presse grand public a pris l'habitude de s'appuyer sur l'expertise d'Arvalis. L'institut a été cité ou ses représentants interviewés dans des supports aussi bien régionaux que nationaux voire internationaux comme TV5Monde. Par exemple : France Inter, France2, France Culture, TV5 monde, Les Echos, L'Usine



nouvelle, L'Express, Le Figaro, La Croix, Région Magazine, Sciences et Vie, Sciences et Avenir, ça m'Intéresse, Bastamag, L'Opinion, Ouest France, Sud Ouest, Le Parisien, Le Dauphiné, La Montagne, Le Courrier Picard, La Dépêche, Paris Normandie, Le Télégramme de Brest, La Provence, Le Berry républicain, Le Progrès, La République des Pyrénées, ...

Syppre gagne aux ITA'Innov

Syppre – construire ensemble les systèmes de demain mise sur la recherche participative entre instituts, agriculteurs et acteurs du monde agricole. C'est bien ce que le jury des ITA'Innov a reconnu en récompensant l'Action Syppre en tant que Equipe innovante. 26 collaborateurs des trois instituts techniques agricoles des grandes cultures (Arvalis, Terres Inovia, ITB) sont impliqués dans ce projet. Ils sont organisés en groupes nationaux d'actions transversales et en groupes régionaux pour la mise en œuvre de plateformes expérimentales. Syppre s'ancre en effet dans cinq territoires : Béarn, Berry, Champagne, Lauragais, Picardie.



Recherche collaborative de nombreux projets et alliances scientifiques en cours et à venir sur les pommes de terre

- **Convention de partenariat Agro-Transfert Ressources et Territoires (AGTRT). Modélisation de la croissance de la pomme de terre : vers un outil de conception et pilotage d'itinéraires techniques optimisés 2016-2021.** Pilote : AGTRT ; partenaires : ARVALIS, Comité Nord, Unéal, CA 59/62, avec le soutien de la région Hauts-de-France.
- **Projet TAUPIC « Préviation de risque et nouveaux leviers pour la protection intégrée des cultures de pomme de terre contre les attaques de taupins (Agriotes sp.) ».** Pilote : FN3PT. Partenaires : INRAE UMR IGEPP, ARVALIS, FREDON HDF
- **Increasing the speed and uptake of innovation in the field vegetable and potato sectors : defining a new approach for delivering cost effective research (INNO-VEG).** Projet Interreg 2018-2022. Pilote : RSK ADAS Ltd (UK) ; 22 partenaires (B, NL, F, D) (dont ARVALIS, UNPT).
- **Synergie transfrontalière dans la conception d'outils innovants d'aide à la décision pour promouvoir la protection intégrée contre les principales maladies fongiques foliaires de la pomme de terre (SYTRANS-POM).** Projet Interreg 2018-2021. Pilote CARAH (Belgique) ; partenaires : INAGRO, ARVALIS, PCA.
- **Projet Sol-D'Phy 2 / Objectif : développer une aide à la décision préventive et curative, adaptée aux différents systèmes de production en Hauts de France, pour réduire les risques liés au tassement des sols -** Pilote Agro-Transfert Ressources et Territoires
- **Projet CISV (Cultures Industrielles sur Sols Vivants) / Objectif : créer l'ensemble des**

conditions (techniques, économiques et de coopération entre les acteurs) pour le lancement, le déploiement et la pérennisation de filières agroécologiques de pommes de terre et de betteraves - Pilotage Association Pour une Agriculture du Vivant

- **Comment gérer collectivement la résistance variétale face aux populations de nématodes à kyste de la pomme de terre ? (GeCoNEM).** Projet CASDAR

« Semences et sélection végétale » 2019-2021. Pilote : INRA UMR IGEPP ; partenaires : ANSES, DGAL, INRA UMR IGEPP, INRA UMR SAD-APT, ARVALIS , FN3PT/OP, ACVNPT, Coopérative de Noirmoutier.

- **Développement d'une stratégie de lutte biologique par Metarhizium contre les taupins (METACONTROL).** Pilote : Université de Pau et des Pays de l'Adour. (voir également projet PotatoMETABIOME SusCrop – ERA-NET ; ARVALIS Skateholder)

- **Stabilité des résistances au mildiou de la pomme de terre et identification de marqueurs associés (PoTStaR).** Projet CASDAR « Semences et sélection végétale » 2017-2020. Pilote : INRA UMR 1349 IGEPP INRA ; partenaires : autres unités INRA, ACVNPT, FN3PT, ARVALIS.

- **Solutions for improving Agroecosystem and Crop Efficiency for water and nutrient use. (SolAce) 2017-2020.** Projet UE H2020 SFS01. Pilote : INRA Montpellier UMR Eco



& Sols ; 24 partenaires. [blé tendre, blé dur et pomme de terre].

- **COMbinaison de leviers pour la Protection de la POMme de Terre (COM-POT).** Projet FranceAgriMer 2019-2020. Pilote : ARVALIS ; Partenaire : FREDON 59/62.
- **Nutrient Recycling – from pilot production to farms and fields (ReNu2Farm) (2017-2020).** Projet Interreg. Pilote : IZES gGmbH (D) + 10 partenaires.
- **Optimiser les réseaux d'essais variétés par des méthodes permettant, en particulier, de mieux contrôler l'hétérogénéité spatiale dans un essai (Optirés).** Pilote GEVES ; partenaires : ARVALIS - Institut du végétal, INRA, ITB, Terre'Inovia.
- **« DIGISTATION VSC (Villers-Saint-Christopher) : les applications du numérique au service de la transition des exploitations agricoles ».** (2018-2020) Pilote : ARVALIS. Projet FEDER Région Hauts-de-France



Produits et services de l'Institut en 2020

Apporter les innovations sur le terrain

L'innovation ne vaut que si elle est partagée par le plus grand nombre. La finalité de l'Institut est de mettre au point des innovations utiles, utilisables, utilisées. Il est donc impératif de permettre aux techniciens des différentes structures et aux agriculteurs d'accéder à l'innovation pour assurer la rentabilité des exploitations, la compétitivité et la qualité des productions avec une bonne maîtrise de l'empreinte environnementale. Au quotidien, chaque collaborateur d'ARVALIS participe au transfert des acquis et aux actions de communication : réponse aux questions des producteurs et des techniciens, intervention scientifique dans des colloques, rédaction d'articles de presse, participation aux journées de communication de partenaires, animation de réunions de terrain, visite d'essais, sessions de formation, contribution sur les sites Internet, présence dans des salons professionnels, ...

L'information orale

Pour maximiser la communication sur les évolutions à intégrer par les producteurs et l'ensemble de la filière sur « l'Après CIPC », Arvalis a organisé durant l'été trois webinaires thématiques sous le chapeau commun « L'Après CIPC : Comment s'organiser » pour couvrir plusieurs volets du sujet :

- **Comment nettoyer efficacement son bâtiment de stockage ?**
- **L'Hydrazide maléique : un allié pour la conservation des pommes de terre.**
- **Alternatives au CIPC : de nouvelles stratégies à bien appréhender.**

Plusieurs centaines de participants (agriculteurs, techniciens, distributeurs, négociants, ...) se sont inscrits à ces événements dématérialisés via internet. Sur une durée limitée d'une heure à une heure et demie, chacun d'eux a vu se succéder présentation synthétique puis session de questions/réponses.

Comme chaque année Arvalis revient sur les résultats de ses activités annuelles lors de la Journée nationale pomme de terre. En raison du contexte sanitaire, 2020 fut une année particulière à laquelle l'institut a dû s'adapter. Cette journée historiquement



organisée à Paris s'est déroulée sous forme de webinaires. Les spécialistes d'Arvalis sont intervenus sur la fertilisation (présentation des résultats de l'année sur la localisation, le phosphore et le pilotage de l'azote) où plus de 320 personnes ont participé, la lutte contre la dartoïse avec plus de 250 personnes connectées, mais ils ont aussi abordé les évolutions réglementaires autour du stockage et la mise en œuvre des solutions pour l'Après-CIPC (250 participants). L'institut a su relever le challenge avec un taux de participation élevé et un très bon bilan suite aux retours d'enquêtes de satisfaction.

Depuis **8 ans** et pour répondre à une demande toujours de plus en plus importante de la part des techniciens, conseillers ou prescripteurs spécialisés dans la production de pommes de terre, ARVALIS organise, en novembre de chaque année une réunion régionale sur le thème de la « protection de la culture ». En 2020, comme pour la journée nationale, cette réunion a eu lieu sous forme de différents webinaires auxquels les agriculteurs ont également pu participer. Plusieurs thématiques sont abordées, telles que la protection intégrée contre les maladies (290 participants), les méthodes de lutte

contre les ravageurs (264 participants), ou encore les stratégies à mettre en place pour le désherbage et le défanage (200 personnes connectées). Les spécialistes d'ARVALIS se sont réunis en fin de journée autour du micro pour une dernière séquence ouverte de questions/réponses et d'échange avec les participants.

De nombreux articles de presse et brochures et des médias nouveaux

L'information écrite

Les ingénieurs et techniciens d'ARVALIS - Institut du végétal ont diffusé les références acquises sous forme de publications techniques ou scientifiques dont une liste non exhaustive est mentionnée ci-après :

Agro-équipements, implantation et récolte

- MARTIN M., LECLERCQ C. L'Implantation doit satisfaire les impératifs du marché, Perspectives Agricoles, n° 476, avril 2020, 16-20
- MARTIN M. – Préservation des sols : Les chantiers d'arrachage de pomme de terre peuvent contribuer au tassement des sols, Pomme de Terre Hebdo, n°1265, 8 octobre 2020, 1-2
- MARTIN M. – Préservation des sols : Les chantiers d'arrachage de pomme de terre peuvent contribuer au tassement des sols, Profil n°81, automne 2020, 7-9

Fertilisation

- PAGET A., VERICEL G., DEGAN F. Pilotage de la fertilisation azotée à l'aide d'images satellitaires, Pomme de terre hebdo, 1246, 14 février 2020
- DEGAN F. Les différentes formes d'engrais : connaître leurs effets pour préparer les approvisionnements d'intersaison, Pomme de terre hebdo, 1267, 15 octobre 2020
- DEGAN F. Fertilisation potassique pratiques stables, doses en baisse, LA POMME DE TERRE FRANÇAISE, Numéro 631, SEPTEMBRE-OCTOBRE 2020
- PAGET A., VERICEL G., DEGAN F. Fertilisation azotée piloter à l'aide d'images satellites, LA POMME DE TERRE FRANÇAISE, Numéro 629, MAI-JUIN 2020



> L'ensemble des webinaires de l'institut, toutes cultures confondues, sont disponibles en replay sur la chaîne Youtube ArvalisTV.

- Philippe BRAUN, Guy DESHAYES, François TAULEMESSE, Francesca DEGAN, Amaury PAGET, Grégory VERICEL, Jean-Louis MOYNIER, Cyril HANNON, Fabrice GIERCZAK, Pascal SIMONET, Un développement accéléré des outils de pilotage, DOSSIER Le phénotypage numérique, Février 2021 - N°485, perspectives agricoles

Protection intégrée des cultures

- VERJUX N. 2020. Santé des plantes, en route vers la transition agroécologique. Perspectives agricoles, 479, juin 2020.
- VERJUX N. - Utilisation des phytos : ZNT riverains et autres mesures de gestion : que faut-il en retenir? Yvoir, 27 janvier 2020
- VERJUX N. – Pulvérisation en grandes cultures. Protection des riverains, quelles ZNT s'appliquent ? Yvoir, 9 avril 2020.
- VERJUX N. - Santé des plantes. En route vers la transition agroécologique. Yvoir, 3 septembre 2020

Adventices / Défanage

- VACHER C., MARTIN M. - Intervention de début de campagne : Désherbage des pommes de terre. Pomme de Terre Hebdo, n° 1252, 9 avril 2020, 1-2
- VACHER C., MARTIN M. - Défanage : Recourir aux agroéquipements. Phytoma n° 731, Février 2020, 23-26

- MARTIN M., VACHER C. - Plusieurs techniques possible pour défaner les pommes de terre, ARVALIS - Infos, 20 août 2020

Gestion de l'eau / Irrigation / Changement climatique

- DEGAN F. Gérer selon les contraintes climatiques, JUILLET-AOÛT 2020, n°630, LA POMME DE TERRE FRANÇAISE
- DEGAN F. Gérer les irrigations en fonction des contraintes climatiques, Pomme de terre hebdo, n°1259, 3 juillet 2020

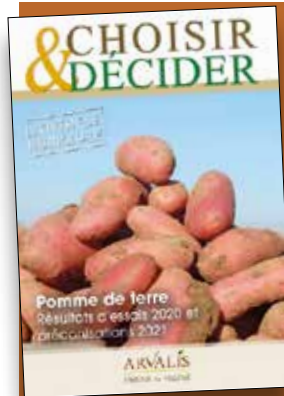
Maladies

- RIVIERE J., DE MEY B., VANHAVERBEKE P., CORNELISSEN K., DEMEULEMEESTER K., HANNON C., VALADE R., GAUCHER D., HOUILLIEZ B., MAHIEU O., LANTERBECQ D. – Synergie transfrontalière pour la protection intégrée. Phytoma, n° 731, Fev. 2020, pp 18-22.
- GAUCHER D., HANNON C., – L'alternariose, une maladie secondaire de la pomme de terre de mieux en mieux connue. Pomme de terre Hebdo, n° 1258, 26 juin 2020, 2 pages.
- GAUCHER D., HANNON C., BRUYERE J. – Combinaison de levier pour la protection intégrée contre le mildiou - Lettre Profil UNPT, n° 80, été 2020, 3 pages.

- BRUYERE J., GAUCHER D. – SYNAPTIC : projet territorial pour une meilleure gestion du mildiou de la pomme de terre. Potato Planet, n° 085, Novembre 2020, pp 34.

Conservation

- FLESCHE M., MARTIN M. – L'après CIPC : Une gestion plus fine, La Pomme de Terre Française, N°627, janvier-février 2020, 27-38
- MARTIN M., FLESCHE M., - Dossier Technique : Stockage de pommes de terre, Profil, printemps 2020, 20 pp
- MARTIN M. - Gestion de l'après CIPC : Des recommandations pour nettoyer les bâtiments de stockage, ARVALIS-Infos, 16 avril 2020
- MARTIN M. – Antigerminatif sur pomme de terre : La crise du Covid 19 modifie les délais de commercialisation du Chlorprophame, 20 avril 2020
- MARTIN M. – Report de 3 mois du délai de commercialisation du chlorprophame, ARVALIS - Infos, 22 avril 2020
- MARTIN M. – Nettoyage des bâtiments de stockage : Concertation européenne, La Pomme de Terre Française, n°629, mai-juin 2020, 42-43
- TOURSEL A., MARTIN M., FLESCHE M. - L'après CIPC : recommandations pour nettoyer les bâtiments de stockage, Messageries ARVALIS Hauts de France, Normandie, Champagne Ardenne, n°21, 27 mai 2020
- MARTIN M., FLESCHE M. – Intercampagne : Préparer les bâtiments de stockage pour l'après CIPC, Pomme de Terre Hebdo, n°1255, 28 mai 2020, 1-2
- MARTIN M. – Conservation 2020-2021 : Hydrazide maléique, un inhibiteur de germination à ne pas négliger, Pomme de Terre Hebdo, n° 1257, 19 juin 2020, 1-2
- MARTIN M. – Pomme de terre de conservation : L'hydrazide maléique au champ pour sécuriser la prochaine campagne de stockage, Yvoir, 26 juin 2020
- MARTIN M., Stockage de pommes de terre : Le contrôle de la germination des tubercules démarre au champ, ARVALIS-Infos, 02 juillet 2020
- MARTIN M., FLESCHE M. – Conservation des pommes de terre : Bien gérer l'après CIPC, Perspectives Agricoles, n°479, juillet-août 2020, 38-41



CHOISIR & DÉCIDER
Pomme de terre, ARVALIS
- Institut du végétal, 2020
et 2021 (78 p.).

> Le « CHOISIR & DÉCIDER Pomme de terre » a été conçu et réalisé par les experts techniques d'ARVALIS pour répondre aux questions des producteurs et des prescripteurs, de la production jusqu'au stockage. Ce document s'appuie principalement sur les expérimentations et les enseignements de l'année écoulée, ainsi que, lorsque les références le permettent, sur des synthèses pluriannuelles. Il aborde divers thèmes constituant l'itinéraire technique de la pomme de terre et relève puis analyse les particularités agronomiques, parasitaires, climatiques, ... de la campagne, porteuses d'enseignement pour l'avenir.

Le « CHOISIR & DÉCIDER Pomme de terre » s'inscrit dans la gamme de diffusion d'ARVALIS – Institut du végétal. Il est téléchargeable gratuitement le site [www. ARVALIS-infos.fr](http://www.ARVALIS-infos.fr) (un peu plus de 2000 téléchargements pour la dernière édition).

- MARTIN M. – Hydrazide maléique : à ne pas négliger, La Pomme de Terre Française, n°630, juillet-août 2020, 50-51
- MARTIN M. - Inhibiteurs de germination : l'heure des choix, La Pomme de Terre Française, n°631, sept-oct. 2020, 34-38
- MARTIN M. – ARGOS : Un nouveau produit pour compléter la gamme, Yvoir, 09 novembre 2020
- MARTIN M. - Inhibiteurs de germination : l'heure des choix, Profil, n° 81, automne 2020, 9-14
- MARTIN M. - Stockage et conservation des pommes de terre : Quelle stratégie envisagée avec les différents produits antigerminatifs ? ARVALIS- Infos, 12 novembre 2020
- MARTIN M., Lutte contre la germination : Une gamme de produit à combiner en remplacement du CIPC, Pomme de Terre Hebdo, n°1271, 26 novembre 2020, 2
- MARTIN M. - L'Après CIPC : Comment s'organiser ?, ARVALIS-Infos, 30 novembre 2020
- MARTIN M. - Conservation des pommes de terre : Porter une attention particulière

aux thermonébulisations, ARVALIS-Infos, 03 décembre 2020

- MARTIN M. – Contrôle de la germination : Comment appliquer les produits par thermonébulisation, Yvoir, 03 décembre 2020

Variétés, qualités et valorisations

- EL HAGE F. GRAVOUEILLE JM. – Onze nouveautés sur la liste A du Catalogue Français en 2020 : Une vague de variétés à Chair Ferme, Profil, n°79, Printemps 2020, 11-18
- EL HAGE F. GRAVOUEILLE JM.- Onze nouveautés sur la liste A du catalogue français en 2020. Pomme de Terre Hebdo, n° 1247, 21 février 2020, 1-3.
- EL HAGE F. GRAVOUEILLE JM.– Incriptions 2020 : Une vague de variétés à chair ferme. YVOIR, 25 février 2020.
- EL HAGE F. GRAVOUEILLE JM. – Variétés de pomme de terre. Lettre Profil UNPT, n° 79, Printemps 20120, Cahier, technique, p.11-18.
- EL HAGE F. GRAVOUEILLE JM.– Onze nouveautés sur la liste A du catalogue français en 2020 – Une vague de variétés

Le guide maladies, ravageurs et désordre de la pomme de terre a été mis jour en 2020. Il contient :

- Un guide d'identification des origines de symptômes, d'avant la plantation, en végétation et jusque sur tubercules,
- Une fiche descriptive pour chaque maladie, ravageur ou désordre détaillant notamment l'agent responsable, les symptômes, les facteurs de risques et les mesures de lutte.



à chair ferme ! - PLANETES LEGUMES, mars – avril 2020

- EL HAGE F. GRAVOUEILLE JM.– Onze nouveautés sur la liste A du catalogue français en 2020 – Une vague de variétés à chair ferme ! - Choisir & Décider - février 2020

Divers

- TOURSEL A., HANNON C., GHIGONIS F., MARTIN M. – Bilan de campagne : Une forte influence des conditions chaudes et sèches, Pomme de Terre Hebdo, n°1274, 17 décembre 2020, 1-2

Des services pour piloter la culture

Gestion raisonnée de l'irrigation : IRRINOV® (méthode de pilotage des apports d'eau) est diffusée pour la pomme de terre dans des guides régionaux accessibles en ligne.

Une gestion raisonnée de l'irrigation : Irré-LIS® Pomme de terre

Irré-LIS® permet de visualiser le bilan hydrique de chacune des parcelles de l'exploitation et aide au déclenchement des tours d'eau, la reprise et l'arrêt de l'irrigation durant toute la période de risque de carence en eau. Le modèle tient compte de la réserve en eau du sol, des conditions météorologiques et de la culture (variété, stades...). Il allie simplicité et performance pour que les irrigations soient optimisées et la production assurée.

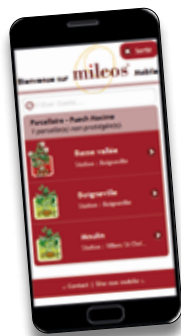
La spatialisée des données météo par ARVALIS et le calendrier pré-rempli des

pluies permettent d'optimiser l'utilisation de l'outil tout en minimisant les saisies pour les utilisateurs.

Ces outils présentent toujours un grand intérêt compte tenu des orientations de la loi sur l'eau et de l'encadrement de la ressource en eau de plus en plus effectif dans les départements producteurs.

Protection contre le mildiou : Mileos®

C'est un outil d'aide à la décision à la parcelle qui permet de déclencher les interventions contre le mildiou. Mileos® évalue à tout moment le risque mildiou des parcelles selon la météo, la variété, les dates de plantation et de levée, l'état sanitaire autour de la parcelle et les interventions réalisées (traitements et irrigations).



Il permet au producteur de répondre aux exigences d'interventions raisonnées tout en réalisant une économie de traitement lorsqu'elle est possible, sans risque pour sa production.

En 2020, l'outil a connu, pour la sixième année consécutive, une croissance à deux chiffres

: 1 900 agriculteurs abonnés (contre 1 700 en 2019), 7 000 parcelles pilotées (6 000 en 2019).

Au total, la surface pilotée avec Mileos® en 2020 atteint 110 000 ha, ce qui représente 70 % de la surface emblavée en pomme de terre.

Nouveautés 2020 : développement des API Bilan hydrique et API Mildiou de la pomme de terre

Deux API ont été créées pour permettre la valorisation des modèles Bilan hydrique et Pilotage du mildiou de la pomme de terre d'ARVALIS. L'objectif est de les intégrer dans de nouveaux outils d'aide à la décision afin de diversifier les moyens d'accès pour les agriculteurs aux conseils d'ARVALIS et de favoriser l'édition d'outils multi-thématiques et multicultures.

Pilotage de l'azote

Un modèle de pilotage de la fertilisation par télédétection est désormais disponible. Dans sa version actuelle, ce modèle requiert la présence d'une



bande surfertilisée dans la parcelle. Afin de s'en affranchir pour faciliter le déploiement, des travaux sont en cours et font l'objet durant cette campagne d'expérimentations en micro-parcelles complétées de tests en grandes parcelles en partenariat avec des industriels, des coopératives et des chambres d'agriculture. Le modèle construit par ARVALIS a pour vocation de bénéficier au plus grand nombre de producteurs (en France dans un premier temps) afin d'améliorer les pratiques de fertilisation grâce au pilotage par télédétection.

Des services pour améliorer la qualité

Evaluation de la qualité d'utilisation des lots, grâce à la mise au point d'une méthode rapide de mesure de glucose dans le tubercule. Cet outil, nommé **Gluco-LIS®**, est assemblé et distribué par Auréa Agrosociétés depuis 2005. Une nouvelle version (**Gluco-LIS® Blue**) a été développée et mise en marché en 2013.



Le diagnostic **Muni-LIS®** vise à quantifier le niveau de risque d'endommagements des tubercules en différents points de la chaîne de réception-conditionnement (utilisation d'un « tubercule électronique »). Il comprend l'élaboration d'un rapport complet du diagnostic et s'intègre dans une démarche HACCP des centres de conditionnement. Cette expertise, fruit d'une étroite collaboration avec le CNIPT, continue ses diagnostics



> Irré-LIS® Mobile

personnalisés au grès des demandes des centres de conditionnement.

L'offre d'expertises **Tuiti-LIS®** valorise l'ensemble des références acquises en matière de stockage et conservation, pour proposer des améliorations des bâtiments de stockage (sécurité, contrôle des régulations, réfrigération) (voir chap. Stockage et conservation).

Le numérique de plus en plus automatique

Des informations à portée de clic

La communication numérique poursuit son développement sans altérer les performances des médias classiques. Le trafic sur l'ensemble des supports numériques de l'Institut dépasse 260 000 visiteurs mensuels. Le site internet ARVALIS-infos.fr compte près de 250 références spécialisées sur la pomme de terre (articles, vidéos, dossiers de fond, outils d'aide à la décision) sans compter les informations transversales qui concernent l'ensemble des productions. Plus de 200 « fiches variétés pomme de terre » renseignent sur les caractères descriptifs, culturels et d'utilisation des différentes variétés (contexte pédo-climatique, débouchés, conduite du stockage). Editions-ARVALIS.fr et formations-ARVALIS.fr permettent d'accéder aux catalogues, de commander en ligne des ouvrages ou de s'inscrire aux formations proposées par ARVALIS. Perspectives-agricoles.com propose à ses abonnés une newsletter hebdomadaire, les articles du mois en avant-première ainsi que 15 années d'archives du magazine. ARVALIS-tv.fr compile près de 750 vidéos en accès libre, consultées 312 000 fois en 2020 (+4 % en 1 an), parmi lesquelles une centaine est dédiées à la pomme de terre, dont une petite dizaine en plus ces 12 derniers mois. Enfin, 10 sites dédiés à des services experts (Mileos®, Irré-LIS®, FertiWeb®...) diversifient les offres d'information et de services d'ARVALIS sur le web.

L'année des webinaires

En cette année de pandémie, Poato Europe qui devait se dérouler en France a dû être annulé, mais les autres réunions techniques et colloques ont été transformés en webinaires, tous accessibles sur la chaîne Arvalis.tv. Pour autant, Evenements-ARVALIS.fr facilite la consultation de l'agenda des réunions, colloques et salons proposés par ARVALIS, la consultation des programmes, l'inscription et



> L'Institut poursuit une politique active de formations, soit inter soit intra-entreprise et même via des formations en ligne.

bien sûr le paiement en ligne. Pour améliorer l'efficacité de tous ces médias, l'information est « poussée » dans les lettres électroniques quotidiennes YVOIR qui s'adressent aux techniciens (plus de 13 000 destinataires). De son côté, la lettre hebdomadaire gratuite ARVALIS-infos dépasse les 62 000 agriculteurs abonnés. L'ensemble des sites a enregistré plus de 3 200 000 visites en 2020.

57 000 abonnés sur les réseaux sociaux

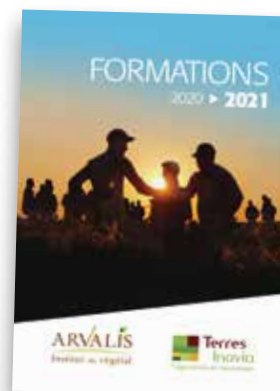
ARVALIS poursuit son investissement sur les réseaux sociaux. Outre les comptes officiels sur Facebook, LinkedIn et Twitter, des comptes « plus spécialisés » ont vu jour et sont de plus en plus suivis et alimentés : Digifermes, Digistation Villers-Saint-Christophe, pages régionales, Les Culturelles, POTATOEUROPE, Phloème, Projet Syppre... L'ensemble de ses comptes comptabilisent 57 000 abonnés.

Transférer les connaissances par la formation

Malgré une année 2020 fortement impactée par l'épidémie de Covid-19, 6 sessions de formation spécifiques pomme de terre, pour un effectif d'une 40ème de techniciens, ont été dispensées.

Par ailleurs, d'autres formations sur des sujets transverses peuvent intégrer des personnes des filières pomme de terre.

Le contenu de l'ensemble des formations est disponible sur le site : www.formations-arvalis.fr



Formations à distance ARVALIS

En 2020 et 2021, la formation « Observer et décider en pomme de terre » confirme l'intérêt du distanciel en cette période particulière liée à l'épidémie de Covid-19. Constituée de quatre séquences de deux heures, cette nouvelle offre permet d'approfondir ses connaissances depuis son bureau ou depuis chez soi, sans déplacement, sur les thèmes suivants :

- **Lutter contre les parasites de présentation (rhizoctone brun, gale argentée et dartoise)**
- **Optimiser sa fertilisation**
- **Désherbage, défanage et lutte contre les ravageurs**
- **Lutter contre le mildiou et l'alternaria**

ARVALIS reconnu comme expert

Compte tenu de toutes ses activités transversales, ARVALIS est sollicité par de nombreuses instances.

ARVALIS participe à de nombreux groupes de travail : Section et Commissions du CTPS (DHS, VATE, recevabilité des essais), groupes techniciens « Stockage », « Fertilisation », « Irrigation », « Maladies », « Féculé », « Travail du sol » ou « Variétés », Commission Qualité du CNIPT et groupes de travail associés,...), ITAB, Ministères en charge de l'agriculture ou de l'environnement (Plan Ecophyto 2, réglementations sur les produits phytopharmaceutiques, la fertilisation azotée, Comité technique usages orphelins, biocontrôle...).

Dans le domaine de la protection des cultures, Arvalis participe à plusieurs groupes de travail pilotés par le Ministère de l'agriculture (CTPS, Comité national d'épidémiosurveillance, groupe biocontrôle, Comité technique usages orphelins, task force plan Ecophyto II +, ...), l'ANSES (Comité d'orientation technique en santé des végétaux, plateforme dialogue avec les parties prenantes) ou l'INRAE (ZNT riverains). Parmi ces groupes, le comité technique pour les usages orphelins (CTOP) occupe une place de plus en plus stratégique afin d'identifier et anticiper les impasses techniques provoquées par le retrait de molécules, aux côtés des experts de la DGAL, de l'ANSES, l'UIPP et des autres instituts techniques.

Le **dossier glyphosate** a encore une fois marqué la campagne avec l'analyse du rapport INRAE, la synthèse d'une enquête sur les pratiques avec plus de 7 000 réponses exploitables, l'intervention auprès de la task force du Plan Ecophyto, la contribution à l'audition de l'ANSES et l'analyse des impacts des décisions de l'ANSES dans un dossier paru dans Perspectives agricoles en janvier 2021.

Mais cette année, 2 autres sujets relatifs aux pratiques liées aux usages des produits phytopharmaceutiques ont mobilisé l'expertise de l'institut :

- **Exposition des riverains** : Arvalis a participé au rapport de synthèse « Application des produits phytopharmaceutiques et protection des riverains : Synthèse des connaissances pour définir les distances de sécurité » piloté par l'INRAE, avec l'appui de l'ACTA, du CTIFL, de l'IFV et de

l'ANSES. A la suite de ce bilan, un projet de recherche a été lancé sous pilotage de l'ACTA : **le projet CAPRIV** (Concilier application des produits phytopharmaceutiques et protection des riverains) qui vise à explorer des moyens de réduction des risques d'exposition des riverains lors de l'application de produits phytopharmaceutiques, pour les principales filières végétales. Cela concerne les moyens de réduction de la dérive lors de la pulvérisation mais aussi des aménagements structurels comme les haies ou les filets.

- **Dérogations de retour des néonicotinoïdes sur les semences de betteraves** : au cours du dernier trimestre 2020, le principe d'accorder cette dérogation a mobilisé l'ensemble des filières de grandes cultures en raison de l'incidence sur les cultures suivantes, mais les principales conséquences ont été mesurées à la sortie de l'arrêté en février 2021. Ce sujet sera au cœur des expertises de 2021.

Le Bulletin de Santé du Végétal

Concernant en particulier le BSV, Arvalis, aux côtés de Terres Inovia et de l'ITB met à disposition le portail Vigicultures qui propose les protocoles d'observation et permet de recueillir les observations réalisées par les observateurs du réseau d'épidémiosurveillance. Ces observations sont extraites de l'outil, vérifiées pour être validées et servent à l'élaboration du BSV.

Cette année a été lancée l'application mobile de vigicultures. Elle permet aux observateurs de créer leurs parcelles avec référencement

GPS, saisir leurs observations et leurs interventions, le tout même si internet n'est pas disponible sur place. Dès que le réseau est disponible, une fonction synchronisation transfère les données vers la base centrale. Gain de temps et erreurs de transcriptions sont ainsi améliorés. Au 31/12/2020 la base vigicultures comprend plus de 5 millions d'observations dont 130 000 observations de pommes de terre.

RÉGLEMENTATIONS ET PROTECTION DES PLANTES

Pas de trêve sur le front des réglementations encadrant la protection des cultures et en particulier les utilisations de produits phytopharmaceutiques. L'année 2020 n'échappe pas à son lot de nouveautés qui ont ou auront des impacts sur les pratiques agricoles. Retour sur 5 volets les plus marquants sans chercher à être exhaustifs : suites du Plan Ecophyto II +, suites de la loi EGALIM et en particulier la mise en place de la séparation de la vente et du conseil, mise en place des ZNT riverains, restrictions d'emploi du glyphosate, et, au niveau européen, nouveau règlement en Santé du végétal.

Le Plan Ecophyto II+.

Le Plan Ecophyto II + a été lancé en avril 2019. Les faits marquants de 2020 sont les suivants :

- poursuite des travaux de la mission interministérielle (Agriculture, Environnement, Santé, Recherche) conduite par le Préfet Pierre-Etienne Bisch avec des points réguliers sur la mise en œuvre des plans filières.



- lancement du comité d'orientation stratégique et de suivi du Plan en juillet 2020.
- publication du rapport critique de la cour des comptes en février 2020 sur les résultats du Plan Ecophyto. Il demande une simplification du dispositif, une meilleure lisibilité des financements et relève la « portée incertaine » des certificats d'économie de produits phytopharmaceutiques (CEPP). Il recommande d'introduire un objectif de réduction de l'usage des produits phytopharmaceutiques dans la nouvelle PAC. Suites à ce rapport, une mission interministérielle (Agriculture, Environnement, Finances) chargée d'évaluer le financement du plan Ecophyto a été lancée en septembre 2020.
- nouvelle controverse sur le NODU (NODU = indicateur de suivi des usages du Plan Ecophyto) avec les parutions, en janvier 2020 de la note de suivi 2018-2019 montrant une forte hausse du NODU en 2018 puis, en juin 2020, d'un communiqué annonçant la baisse des usages en 2019 effaçant largement la hausse précédente.
- sélection de 10 projets en septembre 2020 dans le cadre du **Plan Prioritaire de recherche « Cultiver et protéger autrement »** (visant une agriculture sans pesticides à horizon 2050), doté de 30M€ et destiné à la recherche publique. Des projets cousins, plus finalisés, restent à construire pour accompagner ces recherches d'innovations dans une perspective de transition à court et moyen termes.
- En avril 2020, publication par l'ANSES d'un rapport sur les **substances préoccupantes**. Le document ne permet pas de dégager une seule liste de substances jugées préoccupantes. Cependant, 5 substances, autorisées sur les grandes cultures, semblent particulièrement ciblées : mancozèbe (bientôt interdit), thiophanate-méthyl, ipconazole, prosulfocarbe, prochloraz.
- poursuite des actions portant sur la sortie du **glyphosate** avec la réalisation d'une évaluation comparative par l'ANSES dont le volet économique a été confié à l'INRAE (rapport bouclé en mars 2020).
- publication en juin 2021 des premiers résultats de l'auto-saisine de l'ANSES sur les **pesticides dans l'air**. L'agence considère qu'il n'y a pas de « problématique sanitaire forte associée à l'exposition de

la population générale via l'air extérieur, hors source d'émission de proximité ». Néanmoins, l'ANSES a élaboré une liste de 32 substances d'intérêt pour lesquelles des investigations approfondies seront nécessaires.

- Diffusion de la **stratégie nationale sur le biocontrôle** en novembre 2020. Elle fixe des objectifs ambitieux à horizon 2025 : 1 000 produits de biocontrôle (contre 523 en janv. 2020), 60 % d'usages couverts (contre 40 % en janv 2020), et une augmentation de 40 macroorganismes pour la lutte biologique.

Loi EGALIM

La loi « pour l'équilibre des relations commerciales dans le secteur agricole et alimentaire et une alimentation saine, durable et accessible à tous », dite loi EGALIM, est une nouvelle loi-cadre sur l'agriculture et l'alimentation. Promulguée en octobre 2018, elle vise, en premier lieu, à mieux encadrer le partage de la valeur au sein des filières mais met en place de nouvelles mesures relatives aux produits phytopharmaceutiques. Nous insistons ici sur ce qui a bougé en 2020 :

- **Indemnisation des victimes de maladies liées aux produits phytopharmaceutiques** (article 81). Le dispositif est effectif depuis le 1^{er} janvier 2020. Pour abonder ce fonds (mais aussi la phytopharmacovigilance animée par l'ANSES), la taxe sur la vente des phytos versée par les firmes a été relevée de 0.2 à 0.9 % ; elle reste à 0.1 % pour le biocontrôle.

- **Interdiction des produits contenant des substances actives présentant des modes d'action identiques à ceux de la famille des néonicotinoïdes (NNI)** (article 83). Le dispositif a été totalement réformé avec la réautorisation par dérogation des NNI sur semences de betteraves.

- **Séparation des activités de vente et de conseil** (article 88) au 1^{er} janvier 2021. La séparation capitalistique des structures entre la vente et le conseil est mise en place avec indépendance totale des personnes physiques. L'ordonnance n°2019-361 précise les contours de ce dispositif. Un décret, sept arrêtés et une note de service parus en octobre 2020 précisent les contours de cette réforme majeure du Certiphyto et des activités de conseil en protection des cultures. Ils instaurent le conseil stratégique obligatoire pour les agriculteurs au moment du renouvellement de leur Certiphyto, mais aussi des obligations nouvelles pour les distributeurs vis-à-vis des CEPP.

DISTANCE DE SECURITÉ RIVERAINS

Un nouvel arrêté phyto modifiant l'arrêté de mai 2017 est paru en décembre 2019 et a été mis en application immédiatement. Il instaure notamment des distances de sécurité vis-à-vis des zones d'habitations ou d'accueil des personnes vulnérables (appelées par simplification ZNT riverains). Ces ZNT sont comprises entre 0 et 20 m selon les catégories de produits.



GLYPHOSATE

Après la publication en septembre du rapport de l'ANSES sur l'évaluation comparative examinant les alternatives au glyphosate, des restrictions d'emploi ont été définies. De façon résumée en grandes cultures, les usages sont maintenus à la dose limitée de 1 080 g/ha et /an sur parcelles non labourées. Ils sont maintenus aussi après labour d'été, ou de début d'automne, avant les cultures de printemps sur parcelles hydromorphes. Une dose plus importante de 2 880 g/ha et /an a été maintenue pour la lutte réglementée (ambrosie, plantes multiplicatrices de parasites de quarantaine...). Il est possible de faire des applications ciblées dès lors qu'on ne dépasse pas ces doses/ha.

REGLEMENT SANTÉ DES VEGETAUX

Le règlement UE 2016/2031 relatif aux mesures de protection contre les organismes nuisibles aux végétaux remplace la Directive 2000/29/CE depuis le 14 décembre 2019. Il vise à protéger le territoire européen de l'introduction d'organismes nuisibles. Entre autres mesures, il établit différentes catégories d'**organismes nuisibles réglementés** : **les organismes de quarantaine**, non ou peu présents sur le territoire européen (dont 20 prioritaires), et les **organismes réglementés non de quarantaine**, présents sur le territoire et faisant l'objet de mesures nationales ou de l'Union pour éviter leur dissémination. En France, une ordonnance (n°2019-1110) et plusieurs arrêtés encadrent la mise en œuvre de ce règlement européen. Près de 200 organismes nuisibles ont été identifiés et feront l'objet de mesures de surveillance. La France a défini une liste d'organismes nuisibles pour lequel il est nécessaire de mettre en œuvre des mesures collectives de prévention, de surveillance et de lutte (arrêté d'avril 2020). Y figurent notamment différents campagnols.

UNE EXPERTISE AU SERVICE DES NOUVELLES SOLUTIONS DE PROTECTION

Mais au-delà de ces sollicitations, travaux de veille et études d'impact, l'expertise d'Arvalis en matière de santé des plantes est mise à profit pour identifier les solutions de protection pour aujourd'hui et demain. L'ensemble des leviers est exploré afin que la réduction des usages de produits phytopharmaceutiques ne conduise pas à des impasses techniques. Le défi sur la protection intégrée des cultures structure les activités d'acquisition de références mais aussi les actions de



transfert sur des supports et outils de l'institut, ceux des filières pomme de terre ou via le portail ECOPHYTOPIC. Arvalis contribue également aux actions du Contrat de solutions. Les travaux prospectifs se poursuivent en matière de plantes de services et de mesures prophylactiques.





Les acquis de l'année :

Résultats marquants par défi





Défi 1 Augmenter et régulariser les rendements

Modélisation de la croissance de la pomme de terre : POMOD

(POMOD 2016-2021) : Modélisation de la croissance de la pomme de terre : vers un outil de conception et pilotage d'itinéraires techniques optimisés. Son montage a été finalisé en 2017, sur la base des partenariats historiques (coordination : Agro-Transfert Ressources et Territoires ; partenaires : ARVALIS - Institut du végétal, Comite Nord-SIPRE, Expandis, Unéal, chambre d'agriculture 59/62, Gitep). Un des buts principaux de ce projet est de valoriser les connaissances acquises dans le cadre des projets coordonnés par Agro-Transfert Ressources et Territoires depuis une vingtaine d'années [Agro-Physiologie de la pomme de terre (1992-2002), QUALTEC Pommes de terre (2003 -2008), ption Plus (2009-2015), etc.]

L'objectif du projet est de proposer aux acteurs de la filière un outil de simulation de la croissance de la pomme de terre dans une large gamme de conditions. Cet outil devra refléter l'impact des conditions climatiques (scénarios types ou données fournies par l'utilisateur) et des choix culturaux (variété, profondeur de plantation, peuplement, ...) sur la production de pomme de terre (rendements, répartition des calibres, ...). Les utilisateurs pourront de cette manière construire des itinéraires techniques adaptés et optimisés à leurs systèmes de culture, en définissant les pratiques à privilégier pour atteindre leurs objectifs de production et répondre aux exigences des cahiers des charges. Dans le contexte actuel, le modèle de culture permettant de faire ces simula-

tions sera sensible aux conditions hydriques et azotées et prendra en compte leurs effets sur la croissance de la culture.

La première phase du projet dédiée à la construction et à la validation du modèle s'est achevée en juin 2019. La phase 2 du projet, qui a démarré durant l'été 2019, se focalise sur l'exploitation du modèle à travers le développement d'une interface utilisateurs et la rédaction de fiches conseils. En 2020, différents ateliers ont permis de bien définir quelles seront les sorties du modèle selon les différents types d'utilisateurs. Actuellement en finalisation, cette phase du projet envisage l'interface utilisateur aussi bien sous un format web qu'un format application mobile.

S'adapter au changement climatique

Le projet **OPERATE** « crOP disEase Response to climATE change adaptation » 2018-2020, porté par l'INRA et associant ARVALIS et Terres Inovia, vise à quantifier les impacts sur la santé des plantes des adaptations aux stress abiotiques majeurs futurs liés au changement climatique dans le cas de trois grandes cultures, le blé, le tournesol et la pomme-de-terre.

Les objectifs de ce projet sont notamment :

- Identification des principales voies d'adaptations envisagées par la filière pour contrer les impacts négatifs du changement climatique. Conséquences prévisibles sur la santé des cultures ;
- Construction d'une méthode d'évaluation multicritère de stratégies d'adaptation au changement climatique pour la filière ;

- Contribution à l'étude de l'effet du changement climatique sur les épidémies de mildiou de la pomme de terre à l'aide de l'OAD Mileos® et test de voies d'adaptation.

En 2020 le projet touche maintenant à sa fin et devrait être finalisé dans le début de l'année 2021.

Le projet PoTStaR

Concernant la **résistance variétale au mildiou**, le projet **PoTStaR** (Stabilité des résistances au mildiou de la pomme de terre et identification de marqueurs associés), coordonné par l'INRA et lancé en 2017 pour une durée de trois ans (financement CASDAR « Semences et sélection végétale »), est quasiment terminé.

Ce projet a permis d'obtenir une caractérisation phénotypique multi-sites vis-à-vis du mildiou d'un panel représentatif de la diversité présente dans les collections INRA de ressources génétiques pomme de terre, et utilisée par les sélectionneurs français dans leurs programmes de création variétale. Une caractérisation des populations de mildiou présentes sur ces sites d'expérimentation a également été réalisée. Des connaissances ont été acquises sur la stabilité des facteurs de résistance au mildiou ainsi que leur impact sur les populations de pathogènes. Le projet débouche également sur l'identification de marqueurs moléculaires associés à une résistance potentiellement plus durable qui pourront être utilisés pour réaliser de la sélection assistée par marqueurs (SAM) et cribler de nouvelles sources de résistance à *Phytophthora infestans*.



Les acteurs de ce projet sont les généticiens et les pathologistes INRA de l'UMR IGEPP travaillant sur la pomme de terre, l'UE RGCO, la FN3PT, les quatre sélectionneurs français de variétés de pomme de terre réunis au sein de l'Association de Créateurs de Variétés Nouvelles de Pommes de Terre (ACVNPT) et ARVALIS – Institut du Végétal.

En 2020, le projet a obtenu une extension de 6 mois afin de finaliser l'analyse des résultats et la rédaction du rapport final qui devrait être rendu courant juin 2021.

Le projet GeCoNem

La découverte dans le nord de l'Europe de populations de nématodes virulentes vis-à-vis de variétés résistantes

inscrites au catalogue européen amène à s'interroger, au-delà du choix des variétés de pomme de terre déployées, sur la meilleure manière de gérer collectivement la **résistance variétale** face aux populations de **nématodes à kyste de la pomme de terre**.

Dans cet objectif, un nouveau projet **GeCoNem** (Comment gérer collectivement la résistance variétale face aux populations de nématodes à kyste de la pomme de terre ?), coordonné par l'INRA, a été lancé en 2019 (financement CASDAR « Semences et sélection végétale » 2019-2022).

Ce projet fédère pour la première fois, la plupart des acteurs travaillant sur la pomme de terre. Il rassemble la DGAL (instance réglementaire), l'ANSES, la recherche publique (deux unités de l'INRA : l'UMR IGEPP (généticiens et nématologistes) et l'UMR SADAPT (chercheurs en sciences de gestion), les instituts techniques ITA (FN3PT/RD3PT, ARVALIS - Institut du végétal), les sélectionneurs français (ACVNPT) et une coopérative agricole (Coopérative de Noirmoutier).

Le programme est structuré autour de 5 objectifs (actions) distincts et complémentaires :

- épidémiologie et caractérisation des populations de nématodes présentes sur le territoire français,
- caractérisation du niveau de virulence de populations de *Globodera* présentes sur le territoire français,
- analyse des stratégies individuelles et collectives des acteurs de la filière pomme de terre et identification de nouveaux modes de gestion durable des résistances,
- développement de marqueurs moléculaires associés aux facteurs de résistance à *G. pallida* et *G. rostochiensis* provenant de différentes sources de résistance,
- caractérisation phénotypique du matériel végétal multi-résistant (cumul de sources de résistance à *G. pallida*, cumul de sources de résistance à *G. pallida* et à *G. rostochiensis*) en laboratoire et en condition d'infestation naturelle.

L'année 2020 aura pas permis d'avancer sur la mise en place d'essais au champ en parcelles contaminées par *G. pallida* des pools génétiques étudiés par l'INRA. Cependant, il devrait être envisageable de commencer la planification de ces essais en début 2021.





Défi 2 Produire des matières premières adaptées aux débouchés et les conserver

Identifier et valoriser les critères de qualité de chaque variété, de la production jusqu'au conditionnement et à la transformation

Ces études ont pour objet de permettre aux agriculteurs et aux entreprises de l'aval (négociants, industriels...) de choisir les variétés les mieux adaptées à leurs conditions d'exploitation et aux différents débouchés.

L'Institut participe aux commissions du réseau du Comité Technique Permanent de la Sélection (CTPS) et aux **essais du réseau officiel d'inscription des variétés de pomme de terre** coordonné par le Groupe d'Étude et de contrôle des Variétés et des Semences (GEVES). Il est engagé dans la réalisation d'essais agronomiques mais sa contribution est particulièrement orientée sur les évalua-

tions de valeur culinaire et technologique.

Ces travaux sont menés en collaboration étroite avec l'INRA (Station d'amélioration de la pomme de terre de Ploudaniel). Les résultats, communiqués au CTPS, sont pris en considération pour l'inscription au catalogue français et permettent de fournir rapidement une première évaluation des variétés aux acteurs de la filière.

En 2020, 12 nouveautés et 7 références ont été expérimentées en 1^{ère} et 2^{ème} année. Sur la base des résultats des épreuves de DHS (Distinction, Homogénéité et Stabilité) et de VATE (Valeur Agronomique Technologique et Environnementale) des récoltes 2019 et 2020, 3 nouvelles variétés de pomme de terre ont été retenues par le CTPS en décembre 2020 (consommation : MUSE, GR1510; féculière : PAVONIS).

Pour la troisième année, l'épreuve d'inscription attribue des bonifications ou des pénalités en fonction de la réduction ou de l'augmentation potentielle du nombre de traitements fongicides (estimée en fonction de la sensibilité au mildiou du feuillage et au mildiou du tubercule), et une bonification pour les variétés possédant la double résistance aux nématodes à kystes (*G. rostochiensis* RO1-4 et à *G. pallida* PA2-3). Sur la base de cette cotation, une note de valeur environnementale est ainsi établie, variant de - 2 (très faible) à + 8 (très forte). MUSE et GR1510 présentent un très bon niveau pour ce caractère (note de + 7) et intègre ainsi la liste des variétés éligibles aux CEPP (certificats d'économie de produits phytopharmaceutiques).

MUSE

HZPC (France) / HZPC (France)

Catégorie :
Consommation - 2021

<p style="text-align: center; color: green;">Points forts</p> <ul style="list-style-type: none"> • Productivité ++ • Incubation / émergence (8) • Aspect de tubercule • <i>Globodera rostochiensis</i> (R - RO₁₋₄) (9) • Tâches cendrées : 7 (N.I.) • Conservation (8) 	<p style="text-align: center; color: red;">Points faibles</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Globodera pallida</i> (R - PA₁₋₃) (2) • Virus Y (4) • Endommagements : 3 (fract.)
--	--

Indice de rendement (% T_{CTPS} / % BINTJE) : 108/105

Note environnementale : 8 (très forte)

Variété de consommation précoce à demi-précoce, moyennement sensible à l'émergence, très productive, donnant de gros tubercules, de bel aspect, peu sensibles aux endommagements et se conservant très bien. Elle est sensible à *G. pallida* et assez sensible au virus Y, mais elle est peu sensible à très peu sensible au mildiou du feuillage. Groupe culinaire A.

Débouché principal : marche et frais

Sélection officielle de Pommes de terre
Novembre 2021

PAVONIS

SIPRE(F) / SIPRE(F)

Catégorie :
Féculeuse - 2021

Points forts

- Productivité ++
- [Incubation / égermage (7)]
- *Globodera rostochiensis* (R - RO₁₋₄) (9)
- *Globodera rostochiensis* (R - RO₁₋₄) (7)
- Endommagements (7)
- Virus Y (9)
- Conservation (8)

Points faibles

- Mildiou du tubercule (1)
- Tâches cendrées : 2 (N.I.)

Indice de rendement féculé/ha (% T_{CIPS} / % KV) : 121/119

Note environnementale : 2 (moyenne à assez forte)

Variété féculéuse tardive, peu sensible à l'égermage, très productive, donnant des tubercules de gros calibre, à peau jaune, peu sensibles aux endommagements et se conservant très bien. Elle est moyennement sensible au mildiou sur feuillage et très sensible sur tubercule mais peu sensible au virus Y et assez résistante au nématode *G. pallida*. La teneur en féculé est supérieure à celle des témoins.

Nouveaux variétés de Pommes de Terre
Février 2021

ARVALIS
Institut du végétal



GR1510 - Miss Terre

GROCEP/ Touquet plant - GIE INNOVAPOM

Catégorie :
Consommation - 2021

Points forts

- Productivité +
- Mildiou feuillage (8)
- Aspect du tubercule
- Conservation (7)
- Virus A (R)

Points faibles

- [Incubation / égermage (3)]
- *Globodera r.* (2) et *p.* (2)
- Endommagements : 4 (fract.) / 3 (N.I.)

Indice de rendement (% T_{CIPS} / % BINTJE) : 107/95


Note environnementale : 7 (très forte)

Variété de consommation de précocité moyenne, sensible à l'égermage, productive à très productive, donnant des gros tubercules de bel aspect. Elle est assez sensible aux endommagements et se conserve bien. Elle est sensible aux nématodes mais est résistante au virus A et peu sensible à très peu sensible au mildiou sur feuillage. Groupe culinaire B.

Cibouche principal : marché du frais.

Nouveaux variétés de Pommes de Terre
Février 2021

ARVALIS
Institut du végétal



➤ Identifier forces et faiblesses des innovations variétales dès l'inscription au Catalogue.

Outre l'étude des nouveautés à l'inscription au Catalogue, depuis 2009, des **variétés récentes ou communautaires**, en cours de développement et destinées à la **transformation en produits frits**, ont été intégrées aux listes variétales. L'objectif de ces essais est de préciser leur valeur agronomique et technologique et notamment leur comportement en stockage à 5 °C, 7 °C et 9 °C. En effet, l'aptitude à la conservation de ces variétés est un critère important pour les producteurs et les industriels. Afin de maintenir une qualité technologique optimale tout au long de la période de conservation, il convient de définir les paramètres de stockage spécifiques à chaque variété (sensibilité au sucrage « à basse température » et au « sucrage de sénescence »), notamment la température optimale de consigne voire les possibilités de reconditionnement en fonction de la période d'utilisation envisagée. Une synthèse de trois années d'essais a été réalisée en 2017 pour les nouveautés et références suivantes : BAFANA, BINTJE,

LADY ANNA, MARKIES, ROYAL (frites) ; LADY CLAIRE, OPAL, PIROL, SATURNA (chips). D'autres variétés nouvelles ont été introduites en 2018 et 2019, telles AMIGO, DONATA, FRIVOL, MAVERICK, SATIS ou encore des hybrides en pré-inscription.

En 2020, avec le contexte de l'arrêt d'utilisation du chlorprophame », une caractérisation du comportement des principales variétés industrielles (MAGNUM, BINTJE, CHALLENGER, DAISY, INNOVATOR, MARKIES), vis-à-vis de leur **sensibilité au « sucrage » en conservation sous éthylène**, a été engagée depuis la campagne 2018 et a continué durant la campagne 2019-2020.

L'organisation et l'alimentation de la **base de données variétales** interne recensant tous les résultats disponibles, notamment les caractéristiques d'utilisation, a été poursuivie avec pour objectif la mise à jour des « **Fiches Variétés** ». Ces fiches sont accessibles librement sur le site ARVALIS-infos depuis 2013 avec une fréquentation croissante. En 2020, plus de 120000 fiches variétés pomme de terre ont été consultées.



Les projets menés dans les autres défis, notamment ceux de la gestion et de la valorisation des ressources (irrigation, fertilisation...), intègrent systématiquement une **évaluation de l'impact sur les divers paramètres de la qualité**.

En collaboration avec les partenaires féculiers, un travail sur la sensibilité aux endommagements et la relation avec le « **risque pourritures** » en conservation a été poursuivi pour les **variétés féculières** en pré-inscription (réseau GIPT).

Enfin, l'enrichissement de la base de données **glycoalcaloïdes** a été poursuivi pour les nouvelles inscriptions au catalogue français.

Elaborer/mettre en œuvre des outils de suivi et d'amélioration de la qualité des productions

Depuis 2009, le CNIPT et ARVALIS - Institut du végétal ont mis en place un **plan de surveillance de la qualité sanitaire** des pommes de terre de conservation vendues au détail au stade de la distribution. En 2019-2020, 190 échantillons ont été prélevés en magasins (GMS, Hard Discount), au plus près de leur consommation, par les agents du CNIPT en trois vagues successives d'une soixantaine d'échantillons (octobre 2018, février et juin 2019). Ce plan concerne une cinquantaine de variétés et plus de 150 centres de conditionnement de manière à couvrir, pour cette campagne, un maximum d'opérateurs.

478 substances actives phytosanitaires incluant le cuivre et des métabolites (screening multirésidus Pack Usage et analyses monorésidus), notamment celles utilisées sur pomme de terre, ont été recherchées. Les Eléments Traces Métalliques - E.T.M. (plomb, Pb et cadmium, Cd) faisant l'objet d'une limite réglementaire, des glycoalcaloïdes (solanine et chaconine) et les nitrates ont également été dosés. Au total, 90946 analyses (couples échantillon x élément recherché) ont été réalisées.

Dans chacune des vagues des échantillons issus de l'agriculture biologique ont été prélevés. C'est en tout 31 échantillons qui ont été analysés (11 sur la 1^{ère} vague, 10 sur la seconde et la 3^{ème}). Des analyses ont été réalisées pour la recherche des substances actives phytosanitaires, les E.T.M., les glycoalcaloïdes et les nitrates.

Par ailleurs, en réponse à une demande du CNIPT, suite à diverses inquiétudes, remontrées par des associations de consommateurs notamment, une synthèse de la présence de

Cadmium en tant qu'E.T.M. dans les prélèvements du plan de surveillance entre 2010-2019 a été fournie par Arvalis afin de fournir une base de discussion autour de cet enjeu sanitaire.

Les résultats confirment ceux des plans des années antérieures et globalement une excellente maîtrise des teneurs résiduelles pour les différents résidus, contaminants et « toxiques » organiques recherchés, notamment concernant les produits de protection des cultures appliqués sur plant ou en végétation et les inhibiteurs de germination.

Un plan similaire a été reconduit pour la campagne de conservation 2020-2021.

La réalisation d'**analyses de lots prélevés en distribution** par le CNIPT pour **vérification de conformité « allégations culinaires »** s'est également poursuivie (105 échantillons / 3 vagues : octobre 2019, février & juin 2020 pour l'allégation d'usage « pommes vapeur, à l'eau... » ; 199 échantillons / 4 vagues : octobre & décembre 2019, février & mai 2020 pour l'allégation d'usage « frites »).

Une synthèse, établie sur la période 2012-2016 pour cette dernière allégation, montre une très grande variabilité des caractéristiques des lots mis en marché. Environ un tiers des lots seulement est conforme aux exigences de la grille de segmentation du CNIPT [non-conformité (NC) matière sèche : 14 % ; NC couleur des frites : 58 % ; NC tous critères : 63 %]. En 2019-2020, malgré la mise en place d'un accord interprofessionnel sur la friabilité des lots depuis la campagne 2017-2018, la maîtrise des lots de pommes de terre comportant l'allégation culinaire « frites » reste encore insuffisante [non-conformité (NC) matière sèche : 16 % ; NC couleur des frites : 51 % ; NC tous critères : 45 %]. Des évolutions sont cependant constatées, notamment concernant la gamme variétale déployée.

Ces analyses, ont aussi confirmé les bonnes corrélations entre teneur en glucose, couleur des frites et teneur en acrylamide (60 à 70 % d'explication en moyenne). Même si des interactions peuvent être observées avec le facteur variétal, pour viser la valeur de référence de 500 µg/kg, donnée par le règlement UE 2017/2158 de la Commission pour les pommes frites industrielles prêtes à la consommation, l'indice de coloration IC doit idéalement se situer au maximum à 1 sur la carte standard CNIPT-ARVALIS ; le seuil de 1000 µg/kg correspond à un indice de l'ordre de 1,5.

Concernant la pomme de terre commercialisée « fraîche », **l'évaluation des caractéristiques**

d'un lot (calibres, défauts graves, présentation, etc.) constitue un élément important, en particulier lors du contrôle à la réception dans les centres de collecte (agrèage) mais aussi pour la plupart des transactions à l'export. Le développement de méthodes et d'outils permettant une évaluation objective et automatisée des lots est une demande forte de l'interprofession du secteur « frais ». Avec la contribution du CNIPT et l'appui du cabinet In Extenso innovation.croissance, une **expertise des différents systèmes automatisés d'évaluation objective des pommes de terre en l'état** et des **technologies de vision artificielle** existantes a été réalisée en 2017.

Sur la base d'un cahier des charges fonctionnel élaboré avec les professionnels en 2019, et en partenariats avec les équipementiers du secteur, l'objectif sur la période 2020-2021 est de contribuer à développer un outil opérationnel adapté à cet usage.

En 2020, plusieurs réunions ont permis de faire l'état des lieux de l'appel d'offres faites aux équipementiers suite à l'élaboration du cahier des charges. Cependant, il reste différents points de faisabilité techniques et financières à trancher avant d'envisager le lancement de la construction d'un prototype de machine d'agrèage automatisée.

Stockage et conservation

Tout comme ces toutes dernières années, Arvalis s'est fortement mobilisé sur la conservation des tubercules pour accompagner les filières pomme de terre dans l'« Après CIPC », compte tenu de l'impact majeur du retrait d'utilisation de cette molécule qui est devenu effectif en France à partir du 8 août 2020. Les actions ont été conduites tant sur l'accompagnement au sein des conséquences réglementaires de ce retrait (nettoyage des installations et démarches vers la fixation d'une Limite Maximale de Résidu temporaire (LMR-t) mais aussi sur la caractérisation des solutions alternatives.

Contribution à la démarche LMR-t du CIPC

Compte tenu de sa persistance d'action dans les installations de stockage, il était particulièrement important que le retrait d'homologation du CIPC s'accompagne d'une fixation d'une limite de résidu temporaire (LMR-t), puisque lors du retrait d'une molécule la LMR est automatiquement fixée à la limite de quantification (0,01 mg/kg). Arvalis est ainsi resté tout au long de l'année 2020 au côté de la filière française et plus largement de la « Potato Value Chain » (PVC*)

pour aider à l'obtention de LMR-t par les instances officielles européennes. Les différentes contributions fournies par la PVC et les entreprises phytosanitaires concernées ont abouti successivement à l'obtention d'un avis favorable par le CTGB, dépendant des Pays Bas et état membre rapporteur du dossier, puis de l'EFSA, pour se traduire au final par un avis positif du SCoPAFF de la fin septembre 2020, se traduisant par la publication du Règlement de la Commission (EU) 2021/155 du 9 février 2021 qui fixe cette LMR-t à 0,4 mg/kg et sa mise en application au 2 septembre 2021. Les tubercules commercialisés durant la campagne 2020-2021 restent à la LMR de 10 ppm.

Les actions menées par la PVC, en vue de convaincre les autorités de leur intention d'être proactive dans une démarche de réduction rapide des risques de contamination croisée, se sont largement appuyées au printemps 2020 dans réalisation puis la large diffusion d'une documentation visant le nettoyage des installations de stockage à laquelle Arvalis et AHDB ont largement apporter leur concours. Cette documentation s'appuie sur 5 volets complémentaires :

- **Lettre d'engagement** introductive de la PVC,
- **Directives de nettoyages** pour obtenir la meilleure efficacité pour de réduire les risques de contamination croisée lors des campagnes à venir,
- **Infographie** facilitant la prise en compte de ces recommandations,



Une documentation approfondie en 5 volets sur le nettoyage des installations réalisée avec la collaboration d'Arvalis et diffusée à l'échelle européenne par la Potato Value Chain au printemps 2020

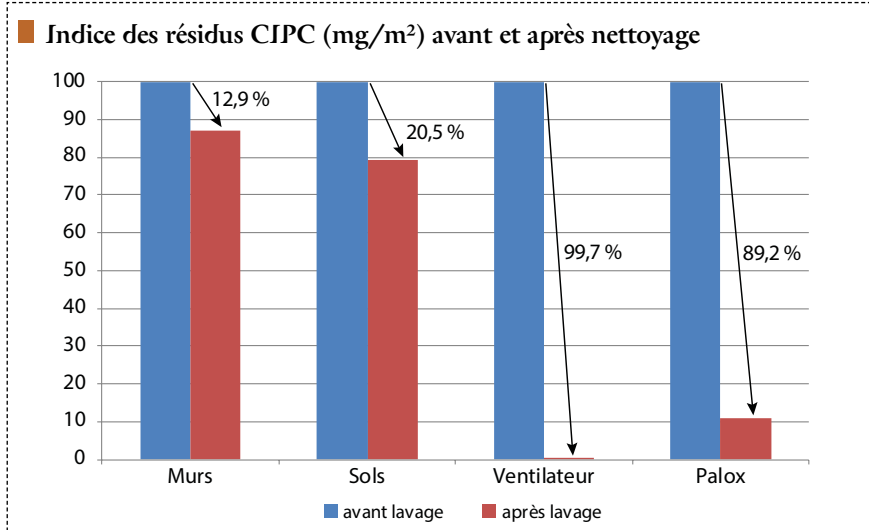
- **Checklist d'autocontrôle** des opérations réalisées dans les bâtiments et sur les équipements ;
- **Guide visuel d'inspection**.

Mais l'obtention de cette LMR-t n'était pas une fin en soi. Elle a été en effet octroyée sous couvert de la fourniture d'un rapport annuel par la PVC précisant le niveau de contamination croisée observée dans les bâtiments de stockage ayant un historique CIPC ainsi que l'état de mise en œuvre des pratiques de nettoyage des installations, avec fourniture d'un premier rapport pour le 31 décembre 2021. Depuis l'hiver 2020, Arvalis accompagne ainsi la filière française à

la mise en place d'un plan de surveillance dans le cadre d'une démarche qui verra la collecte d'un panel de près de 350 résultats au niveau national, issus d'un panel représentatif de stockages couvrant les différents types de débouchés (frais, transfo, féculé) et différents types de bâtiments (vrac, palox).

Contribution aux possibilités de décontamination des bâtiments

La rédaction des recommandations concernant le nettoyage, concrétisée par la documentation diffusée par la PVC, s'est appuyée sur le suivi fait chez plusieurs producteurs des résultats d'opérations concrètes de nettoyage. Ainsi Arvalis a bien établi toute l'importance qu'il y avait à consacrer une attention particulière aux réseaux de ventilation qui constituent les zones les plus contaminées des bâtiments de stockage : ventilateurs, couloir technique, gaines de ventilation, caisson de réfrigération. Un nettoyage à sec, plus ou moins vigoureux selon la zone, couplé à une aspiration des résidus et suivi d'un lavage au nettoyeur haute pression apporte souvent une première efficacité de nettoyage à ne pas négliger même si on observe souvent beaucoup de variabilité dans les résultats obtenus. Les mesures faites lors de la campagne de conservation 2019-2020 ont également montré que l'application des solutions thermoséchantes de remplacement au CIPC semblait pouvoir également contribuer au nettoyage complémentaire des équipements de ventilation.



➤ Performance de nettoyage évaluée dans un bâtiment nettoyé par un producteur (Arvalis-2020) (base 100= avant nettoyage)

* La PVC regroupe l'ensemble des structures européennes impliquées dans les filières pomme de terre, de la production (Copa-Cogeca), à la mise en marché pour le secteur frais (Europatat), pour la transformation industrielle pour la consommation humaine (ESA, EUPPA) et pour la production de féculé (Starch Europe).

Les produits inhibiteurs alternatifs au chlorprophame

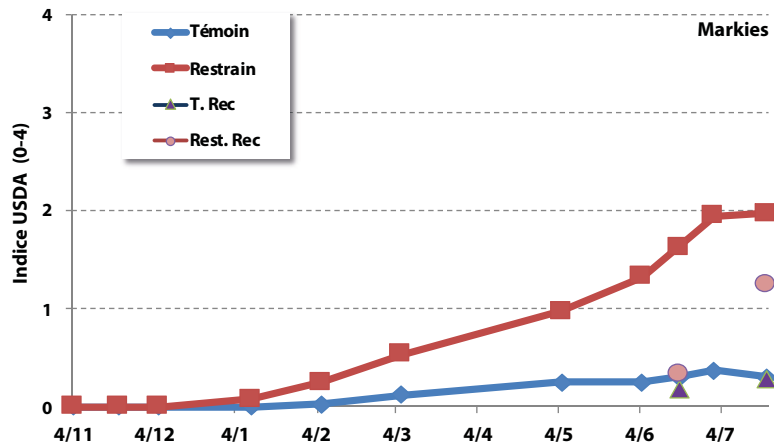
Des travaux ont été menés sur les différentes solutions alternatives au CIPC, orientés vers les principales problématiques de stockage rencontrés par les agriculteurs. La crainte des conséquences d'utilisation de l'éthylène sur la coloration à la friture est toujours fortement présente. La continuité des travaux réalisés en 2019/2020 sur l'impact de l'éthylène sur les variétés industrielles permet de rassurer sur l'utilisation de cette solution antigermineuse pour Fontane et Markies avec peu de risque de dégradation de la coloration et une bonne maîtrise de la germination comparée à l'huile menthe en stockant dans de bonnes conditions notamment avec un taux de CO₂ maintenu à un niveau bas. Bien que ces deux variétés montrent de bons résultats, une attention accrue et un suivi rigoureux doivent être mis en place. Un reconditionnement peut s'avérer intéressant pour réduire une coloration trop développée. Cependant l'essai de l'année 2020 montre que son efficacité reste limitée notamment pour un reconditionnement trop tardif.

L'huile d'orange est la molécule la plus récente sur le marché, puisqu'elle n'a été autorisée qu'en novembre 2020 via le produit Argos, et par conséquent la moins bien connue. Tout comme l'huile de menthe, la molécule a un effet curatif en nécrosant les germes. Il est important de l'appliquer sur de jeunes germes pour faciliter sa destruction totale. Lorsque l'application est trop tardive, généralement seule l'extrémité du germe est nécrosée. L'essai réalisé sur la campagne 2019/2020 permet de mettre en évidence l'importance de combiner les différentes matières actives. En effet, l'utilisation de molécules préventives comme l'hydrazide maléique ou le 1,4 DMN permet de prolonger la dormance des tubercules. Les germes sortent moins rapidement ce qui permet d'avoir une meilleure efficacité de l'huile d'orange. L'utilisation de l'hydrazide maléique au champ permet également de décaler les applications de produit en cours de stockage. Ceci permet d'éviter de traiter trop précocement et par conséquent de limiter le risque de manque de sélectivité des produits (tubercules secs, bien cicatrisés) en plus de limiter le coût des applications par thermonébulisation.

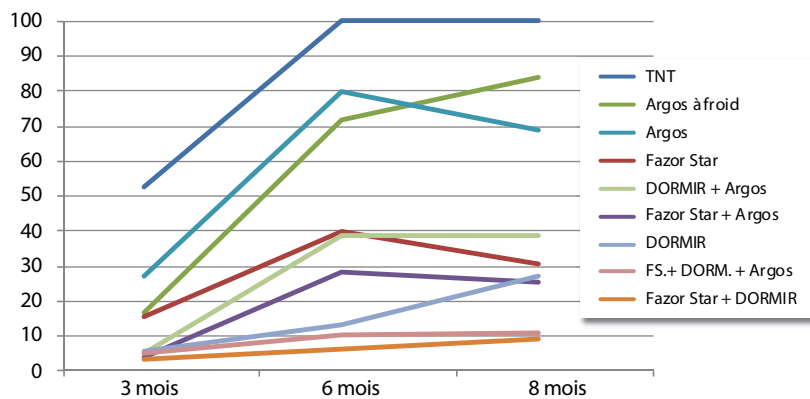
Conservation fécale

Même si l'ensemble des activités conduites sur la conservation des tubercules par ARVALIS - Institut du végétal trouvent une

■ Évolution de la coloration de la friture de la variété Markies selon un traitement en cours de stockage (7 °C) à l'éthylène ou l'huile de menthe ainsi que l'effet du reconditionnement pour du stockage longue durée. (Campagne 2019-2020) - Taux de CO₂ maintenu à niveau bas.



■ Indice de germination pour la variété Bintje selon différentes combinaisons d'inhibiteurs de germination après 3 mois, 6 mois et 8 mois de stockage à 7 °C (campagne 2019-2020)



déclinaison pratique sur le secteur féculier, des actions spécifiques sont menées sur la conservation des pommes de terre de fécule.

En plus de l'application web destinée à la configuration des installations de stockage disponible depuis le Sima 2007 [« Bien ventiler les pommes de terre de fécule », <http://www.arvalis-infos.fr/fr/ventilerfecule.asp>], un conseil sur la conduite de conservation adaptée à la configuration de la campagne a été reconduit au travers la diffusion du « Flash Info Conservation Fécule ».

Ce bulletin d'information apporte une aide spécifique à la gestion de la conservation des silos féculiers auprès du millier de producteurs de la filière. Cette lettre d'information est élaborée avec la collaboration de la société Roquette, le groupe coopératif

Tereos et la coopérative d'approvisionnement de Vecquemont. Elle est régulièrement diffusée tout au long de la campagne dans toutes les zones de production Nord Pas-de-Calais / Picardie / Champagne-Ardenne mais est également relayée sur les sites internet des industriels, du GIPT et de l'UNPT mais aussi reprise par les infos web de l'Institut, Yvoir et ARVALIS-Infos permettant une mise à disposition facile pour l'ensemble des différents acteurs du secteur.



© Tereos

Au cours de la campagne de stockage 2020-2021, 6 numéros ont été diffusés entre le 21 septembre 2020 et le 11 janvier 2021 à intervalle régulièrement réparti au cours de la campagne. Ainsi, la complémentarité des différentes rubriques de cette « newsletter spécialisée » permet aux producteurs de progresser dans la maîtrise des techniques de conservation pour une garantie croissante du résultat final pour les producteurs et les opérateurs.

Le profil de cette dernière campagne a fortement ressemblé à celui de la campagne précédente avec un été extrêmement sec ayant très fortement pénalisé les rendements puis les premiers arrachages avant que le retour de précipitations, régulières et importantes, ne vienne compliquer leur mise en œuvre. Fort heureusement, la très faible pression sanitaire de l'année, liée à la sécheresse, et le recours de plus en plus systématique au bâchage des silos en bout de champ ont permis de limiter fortement les mauvaises évolutions de silo. La courte durée de campagne du fait de la faible production n'a pas empêché les démarrages de germination dans certains stockages en lien avec la forte pression germinative de l'année et l'arrêt de la possibilité d'utilisation du CIPC. Les enseignements devront être tirés par les producteurs concernés par une conservation de longue durée pour les années à venir pour une optimisation des conditions de stockage (ventilation et régula-

6 numéros du
Flash Info
Conservation
féculé ont été diffusés par de
nombreux canaux au cours
de l'automne – hiver
2020/2021

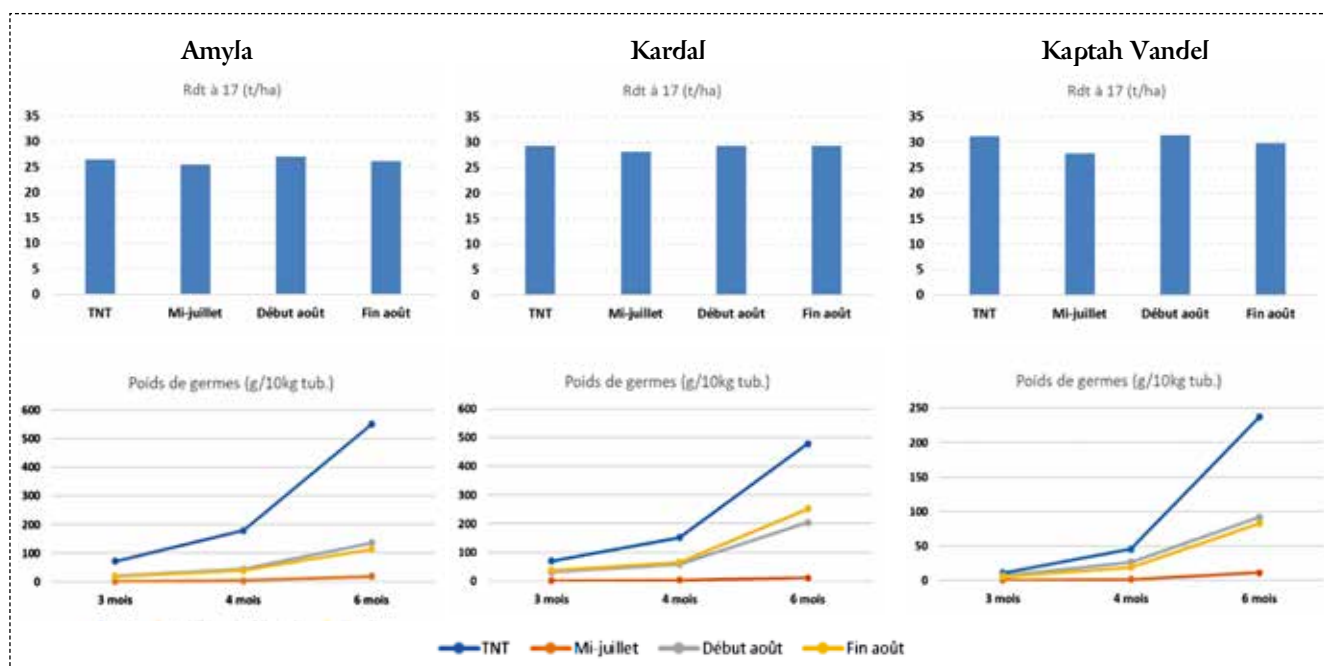


tion) et l'utilisation des solutions antigermi- natives appropriées notamment le recours à l'hydrazide maléique au champ pour lequel des réticences persistent toujours malgré les bons résultats observés encore cette année sur les expérimentations spécifiques mises en place.

Comme les deux années précédentes, une expérimentation spécifique a été conduite sur les trois variétés féculières majeures stockées que sont Amyla, Kardal et Kaptah-Vandel pour des dates de traitement échelonnées à l'aide d'hydrazide maléique (Itcan 11 l/ha) entre la mi-juillet et la fin août. En 2020 l'expérimentation a été conduite en sec sur le site de Villers Saint Christophe. Comme pour les années précédentes, les résultats obtenus montrent qu'aucune perte de rendement n'a été observée du fait de ce traitement et que l'efficacité maximale est observée pour la date de traitement la plus précoce. De

quoi rassurer les producteurs pour l'utilisa- tion de cette solution antigermi-native qui n'oblige pas à d'importantes amélioration des bâtiments de stockage pour les longues conservations. La bonne assimilation du produit apparaît comme la clé d'une bonne efficacité car en effet c'est à la première date de traitement mi-juillet que la concentra- tion en hydrazide maléique dans les tuber- cules apparaît la plus élevée, 20,3 mg/kg en moyenne pour les trois variétés, contre 7,2 mg/kg pour le traitement de début août et 11,1 mg/kg pour celui de la fin août.

Les producteurs souhaitant cependant aménager au mieux leurs équipements de ventilation pour pouvoir compléter l'action de l'hydrazide maléique par des traitements en cours de stockage pourront utilement se référer au site « Bien ventiler les pommes de terre de féculé », <http://www.arvalis-infos.fr/fr/ventilerfecule.asp>.



> Rendement t/ha à 17 % de richesse selon les dates de traitement et évolution du poids de germes (en g pour 10 kg de tubercules) sur les trois variétés Amyla, Kardal et Kaptah Vandel après 3,4 et 5 mois de conservation à 7,5 °C ayant reçus un traitement à l'hydrazide maléique entre la mi-juillet et la fin août.



Défi 3 Construire et promouvoir une protection intégrée des cultures

Désherbage chimique et combiné :

Bien que le désherbage chimique en plein reste une valeur sûre, des combinaisons avec des outils mécaniques peuvent être intéressantes, notamment dans une stratégie de réduction de l'IFT et de recherche de nouveaux leviers.

Les essais conduits cette année avaient pour objectif de comparer les efficacités de désherbages 100 % chimique avec des désherbages combinés. Les modalités étaient les suivantes :

- Désherbage 100 % chimique avec le mélange Défi (3 L/ha) + Challenge (2 L/ha) + Centium (0,2 L/ha) :
 - Traitement de prélevée en plein
 - Traitement de prélevée en plein suivi d'une application en localisé en post-levée avec le mélange Elden (40 g/ha) + Trend (0,2 L/ha) (5-10 cm)
- Désherbage combiné avec un traitement de prélevée en localisé (même mélange que précédemment) couplé aux stratégies suivantes :
 - Buttage ou herse-étrille (5-10 cm)
 - Buttage (5-10 cm) puis post-localisé avec le mélange Elden (40 g/ha) + Trend (0,2 L/ha) (+/- 24h après) puis buttage (15-20 cm)

Le site de Villers-Saint-Christophe n'a pas permis de conclure sur l'efficacité de ces

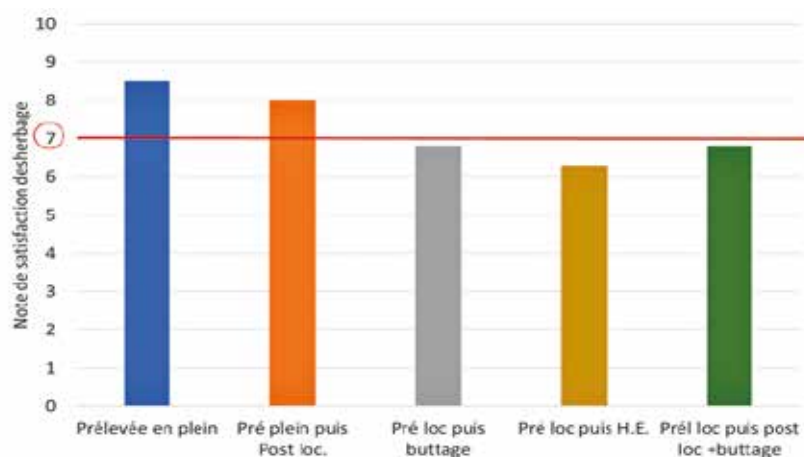
différentes stratégies en raison de parcelles propres (absence d'adventice dans le témoin). À noter qu'aucun effet négatif n'a été relevé sur le rendement et la matière sèche pour l'ensemble des modalités.

Quant au site de Boigneville, les stratégies de post-levée n'ont pas pu être conduites comme prévues en raison d'un orage (55 mm) le lendemain du buttage définitif (09/05/2020). La formation d'une croute de battance n'a pas permis le passage de la butteuse à 5-10 cm, de ce fait, le désherbage de post-levée a été retardé avec un unique passage de butteuse à 15-20 cm

le 17/06/2020 sur des adventices développées (renouée liseron, morelle noire et chénopode).

Les notations à la fermeture des rangs témoignent d'un désherbage satisfaisant pour la stratégie 100 % chimique, autant pour une application en plein qu'une application en localisé sur le sommet des buttes (note ≥ 7). La satisfaction est moindre pour la stratégie mixte. Le désherbage mécanique en post-levée a été plus aléatoire sur les flancs de buttes et ne permet pas d'atteindre la limite acceptable, comme illustré sur la figure 1.

■ Figure 1 : Notes de satisfaction de désherbage en fonction de la modalité (Boigneville 2020_Variété Allians_Non irrigué) - Stratégies de post-levée à 15-20 cm (retardées à cause d'une croute de battance)



Maladies

Un vaste programme sur la maîtrise de l'ensemble des maladies a été conduit en 2020. Même si la lutte contre le mildiou reste très majoritaire avec la réalisation du projet COM-POT, la lutte contre l'alternariose constitue, depuis 3 ans, à la faveur de la réalisation du projet Interreg SYTRANSPOM, un thème majeur d'expérimentation en 2020.

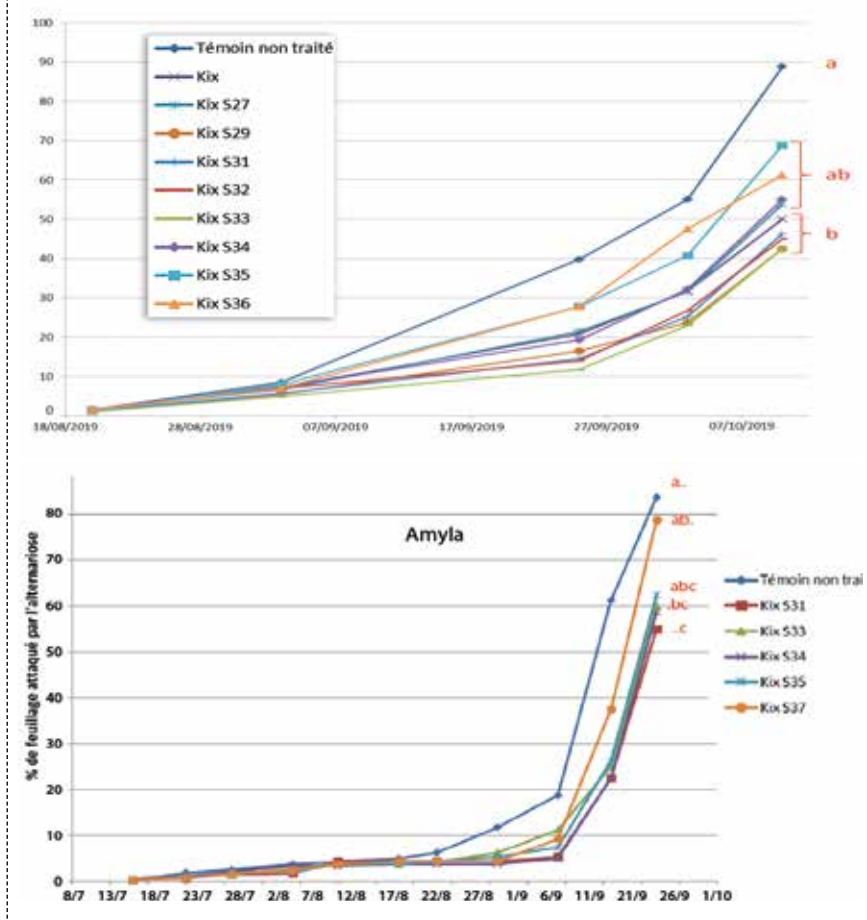
L'Alternariose, une maladie foliaire secondaire de la pomme de terre

Depuis 2018, comme les autres partenaires du projet SyTransPom, ARVALIS a conduit des essais agronomiques dont le protocole avait le triple objectif d'affiner les modèles d'avertissement issus notamment du modèle FAST (Madden & al., 1978), de valider l'efficacité des différents fongicides et de disposer de matériel biologique pour développer les outils analytiques en laboratoire (PCR, PCR en temps réel et séquençage, test de sensibilité aux fongicides, collection de souches). Les essais ont fait l'objet de notations du pourcentage de destruction du feuillage par les symptômes de la maladie ainsi que de mesures des rendements. Des prélèvements de folioles symptomatiques ou non pour analyses aux laboratoires complétaient ces observations. Ces essais ont permis de valider :

- que, dans les conditions des années 2019 et 2020, les traitements effectués avant le 10 ou le 20/08 (date optimale du premier traitement) n'apportaient aucune efficacité supplémentaire (Figure 2). Cela s'explique sans doute par le fait que l'alternariose est une maladie de faiblesse et que son apparition est souvent corrélée avec le début de la sénescence. Les symptômes d'allure similaire observés plus tôt sont très souvent d'origines diverses mais principalement physiologique (nutrition, stress thermiques ou hydriques divers).
- que tous les modes d'action fongicides ont montré des efficacités comparables sur le versant français ce qui suggère que la résistance à ces modes d'action n'est pas encore très répandue en France.
- que l'apparition tardive de la maladie ne permet pas de voir un effet significatif sur les rendements, le calibrage et la teneur en matière sèche des tubercules.

Ces résultats confirment donc le caractère secondaire de cette maladie sur la pomme de terre, l'inutilité des traitements avant le mois d'août dans la très grande majorité des cas et que l'explosion de la maladie a plutôt lieu à

■ **Figure 2 : Evolution de la destruction du feuillage par l'alternariose (FREDON Auchy-les-Mines-62 et ARVALIS Villers-saint-Christophe-02) en 2019 et 2020 / module « Date de déclenchement du T1 »**



partir de fin août voire début septembre sur la variété Amyla.

En complément de ces travaux au champ, le laboratoire de pathologie végétale d'Arvalis a démontré que les méthodes moléculaires disponibles pour la communauté scientifique ne permettaient pas de quantifier avec une bonne spécificité les différentes espèces du champignon. Selon la littérature scientifique, il existe vingt-cinq sections et différentes espèces d'Alternaria mais seules deux sections sont potentiellement identifiables sur pomme de terre : Alternaria et Porri. Chacune des deux sections comprend plusieurs espèces (Tableau 1).

Une première tâche a consisté à caractériser le complexe d'espèces présent en France. Une identification visuelle (basée sur la taille des spores) a été réalisée. Les caractérisations par analyse phylogénétique multigénique de cinquante de ces isolats ont été réalisées en 2019 et 2020 pour six gènes : Gpd, ITS, EF1- α , RPB2, HIS 3 et calmoduline. Pour

■ **Tableau 1 : Taxonomie et complexe d'espèces *Alternaria* spp.**

Section <i>Alternaria</i> (11 espèces + 1 complexe d'espèces)	Section <i>Porri</i> 63 morphospecies
<i>A. alternata</i>	<i>A. solani</i>
<i>A. arborescens</i> (complexe)	<i>A. protenta</i>
<i>A. tenuissima</i> (= <i>A. alternata</i> ?)	<i>A. grandis</i>
<i>A. dumosa</i> (= <i>A. alternata</i>)	...
...	

la section Alternaria, trois espèces ont pu être identifiées : *A. alternata*, *A. arborescens* et probablement *A. gaisen*. Concernant la section Porri, les trois espèces ont pu être identifiées : *A. solani*, *A. grandis* et *A. protenta*. Toutes ces séquences ont permis de définir de nouveaux couples d'amorces

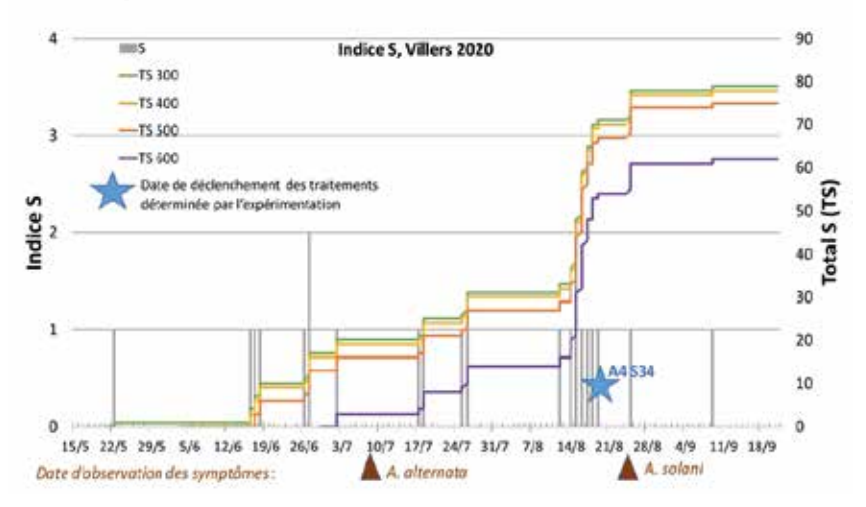
spécifiques de chacune des sections (*Porri* versus *Alternaria*), permettant leur quantification par PCR quantitative. Les amorces et sondes développées ont été validées et sont partagées entre les laboratoires partenaires. Parallèlement à ce travail d'identification, une étude de quantification sur des folioles prélevées dans les essais a permis de montrer la bonne corrélation des résultats des analyses avec l'évolution de l'épidémie au champ. Pour compléter ces travaux, des tests de validation d'un modèle épidémiologique ont été initiés afin de construire un module d'évaluation des risques et d'aide à la décision concernant l'alternariose dans Mileos®. Les premiers résultats pour le site de Villers-Saint-Christophe (02) en 2020 sont encourageants et doivent être confortés dans d'autres conditions (figure 3).

Le mildiou

Concernant la lutte contre le mildiou, le point fort de l'année 2020 a été la mise en place des essais de combinaison des leviers de la protection intégrée pour la seconde année du projet COM-POT financé par la CASDAR/FranceAgriMer et en partenariat avec la FREDON Hauts-de-France.



■ Figure 3 : Premiers résultats de validation d'un modèle (Villers-saint-Christophe-02) en 2020



La protection intégrée contre le mildiou de la pomme de terre peut être mise en œuvre par la combinaison de tous les leviers disponibles afin de réduire la pression de maladie présente sur une parcelle et, de ce fait, de réduire au maximum les quantités de fongicides conventionnels pour la lutte contre cette maladie. Le schéma ci-dessous détaille tous les leviers de la protection et en particulier ceux qui sont utilisables contre le mildiou de la pomme de terre (Figure 4).

Concernant la lutte agronomique, cela concerne, entre autres, la gestion de l'inoculum primaire dont la mise en œuvre passe par des actions territoriales collectives et qui ne relève donc pas d'essais en parcelles expé-

mentales comme présentés ensuite mais d'actions plus globales à l'échelle des territoires. Dans ces essais en petites parcelles intitulés « Combinaison de leviers de la PIC », l'objectif est d'optimiser la combinaison de ces différents moyens (résistance variétale, biocontrôle et utilisation de l'outil d'aide à la décision Mileos®) pour réduire à son minimum le besoin de fongicides de synthèse et démontrer que des gains d'IFT fongicides significatifs sont possibles en toute sécurité.

Quatre leviers ont donc été combinés pour définir des itinéraires de protection cohérents et comparables entre eux et tenant compte des premiers résultats obtenus depuis 2018 :



CONTEXTE - La culture de la pomme de terre est économiquement importante en Belgique et en France. Les pathogènes fongiques, tels que *Phytophthora infestans* et *Alternaria spp.*, responsables respectivement du mildiou et de l'alternariose, causent de nombreux dégâts.

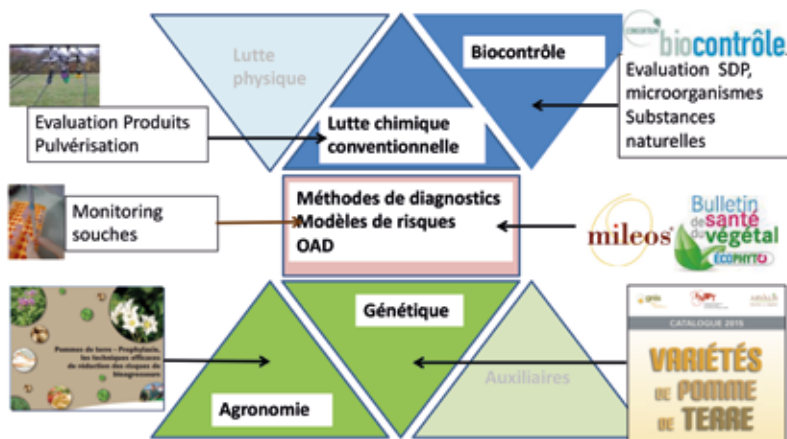
PROJET - En vue de développer et/ ou améliorer les systèmes de conseils agronomiques de décision et d'alerte, un projet de recherche collaboratif et transfrontalier a débuté en avril 2018 et se poursuivra jusqu'en mars 2022.

Le projet Sytranspom (Programme Interreg V - FrWVI) se propose de rassembler l'expertise multidisciplinaire de quatre partenaires opérateurs (Arvalis, Carah, PCA et Inagro), et deux partenaires associés (HEPH-Condorcet et chambre d'agriculture du Nord-Pas-de-Calais). Il s'articule autour de quatre axes de recherche : création d'une plateforme de collaboration transfrontalière ; développement de nouvelles méthodes moléculaires pour caractériser les pathogènes fongiques du feuillage ; mise en place d'essais expérimentaux au champ ; développement d'un système complet d'aide à la décision (SAD).

RÉSULTATS - Les premiers résultats du projet permettent de mieux appréhender l'apparition des symptômes d'alternariose en pomme de terre notamment grâce au développement de nouvelles méthodes de détection/ quantification et à l'amélioration des modèles prédictifs. Les premiers travaux conduits offrent également un état des lieux de la diversité des espèces du genre *Alternaria*, des informations sur la pression en spores dans l'air, ainsi que sur la présence de souches résistantes aux fongicides au niveau du territoire Interreg. Les échanges entre partenaires du projet montrent que la mise en commun des données agronomiques et de laboratoire est incontournable afin de rendre les outils d'aide à la décision pertinents, d'où l'intérêt d'alimenter la plateforme collaborative.

MOTS-CLÉS - Pomme de terre, pathogènes fongiques, alternariose, plateforme collaborative, outils moléculaires, outils/systèmes d'aide à la décision, expérimentations.

■ **Figure 4 : Les leviers de la protection intégrée contre le mildiou de la pomme de terre**



- Les traitements ont été pilotés par l’**OAD Milesos®** pour toutes les modalités avec les seuils de déclenchements actuels selon la résistance variétale et éventuellement, une adaptation de la dose au risque.
- La **résistance variétale** avec 3 niveaux **Bintje** (sensible, note CTPS = 3), **Magnum** (assez peu sensible, note CTPS = 6) et **Tentation** (peu à très peu sensible, note CTPS = 8).
- Le **biocontrôle** a été introduit à raison de 3 traitements maximum d’un produit proche

de l’homologation à base de **phosphonate de potassium (phosphite)**.

- Enfin, **des doses réduites de fongicides** ont été appliquées pour maintenir l’efficacité globale du programme à un niveau satisfaisant.

Le protocole intégrait la valorisation de la résistance variétale à la fois par les dates de traitements Milesos® qui peuvent être différentes selon la variété mais aussi par une adaptation des doses de fongicides selon la résistance variétale et le niveau de risque. Cette stra-

tégie a aussi pour objectif de ne pas mettre les gènes de résistance trop à contribution sans l’aide de doses réduites de fongicides et/ou biocontrôle pour favoriser leur durabilité. Pour Bintje (sensible), les doses variaient de 100 % en risques forts et sans biocontrôle associé à 60 % ou 40 % dans les autres cas. Pour Magnum (assez peu sensible), les doses variaient de 60 % en risques forts et sans biocontrôle associé à 30 % ou 20 % dans les autres cas. Enfin pour Tentation (peu à très peu sensible), les doses variaient de 30 % en risques forts et sans biocontrôle associé à 20 % ou absence de fongicide dans les autres cas (uniquement biocontrôle).

Les essais ont été mis en place à Boigneville (91) et Villers-Saint-Christophe (02) par ARVALIS et à Auchy-les-Mines (62) par la FREDON Hauts-de-France.

RÉSULTATS

La variété Tentation est très résistante et compte tenu des années à faible risque, elle n’a exprimé aucun symptôme sur les 2 sites et pour les 2 années. Des pressions de mildiou différentes ont été observées sur les trois sites : faible à modérée à Auchy-les-Mines en conditions totalement naturelles, faible à modérée en fin d’essai à Villers-Saint-Christophe avec une brumisation légère et modérée à Boigneville avec une brumisation intensive pendant presque tout l’essai. Pour les sites brumisés, Milesos® n’a pas pu être utilisé à son maximum pendant cette période et ce sont donc des traitements hebdomadaires qui ont été appliqués très souvent.

L’évolution de la destruction du feuillage dans les témoins non traités est cohérente avec les notes CTPS et la pression des différents sites. La variété Bintje a été bien attaquée de manière plus ou moins précoce selon les sites. La variété Magnum a été contaminée par le mildiou uniquement certains essais et en toute fin d’essai (mi-août). Pour tous les essais, il convient de calculer un indice de fréquence de traitements (IFT) de référence. Cet IFT théorique correspond à 1 traitement hebdomadaire entre la levée et la fin de l’essai.



> Essais mildiou de Boigneville.

■ **Tableau 2 : Pourcentage de réduction du nombre de traitement et des indices de fréquence de traitements (IFT) pour les 3 essais en 2020.**

Pourcentage de réduction par rapport à la référence hebdomadaire	% réduction du nombre de traitements Boigneville	% réduction d'IFT Boigneville	% réduction du nombre de traitements Villers SC	% réduction d'IFT Villers SC	% réduction du nombre de traitements Auchy LM	% réduction d'IFT Auchy les Mines
Bintje	-11 %	-19 à -63 %	-77 %	-77 à -85 %	-22 %	-34 à -66 %
Magnum	-11 %	-44 à -83 %	-77 %	-85 à -93 %	-33 %	-58 à -88 %

Les résultats en termes de réduction du nombre de traitements et des IFT pour chaque site et pour des efficacités comparables sont présentés dans le tableau 2:

Les résultats 2019 et 2020 présentés montrent que :

- Le climat chaud et sec sur tous les sites a provoqué une pression de mildiou différente en fonction des sites et de l'utilisation ou non de système de brumisation. Dans ces conditions, le gain d'IFT apporté par l'utilisation de l'OAD Mileos® peut être estimé à **-40 à -45 % environ des IFT totaux de référence**. Sans utilisation de la brumisation sur les sites d'ARVALIS, ce pourcentage serait encore supérieur mais les 2 années de ce projet étaient vraiment très atypiques et proches. Ces résultats, obtenus dans des conditions de pression faible à modérée, confirment qu'une adaptation de la dose de fongicides aux risques donnés par Mileos® semblent possible et qu'elle permette, à la fois, une réduction significative complémentaire des IFT et une bonne protection contre la maladie.
- Les comportements variétaux ont été très cohérents par rapport aux notes attribuées lors de leurs inscriptions au catalogue du CTPS. Sans surprise, la variété sensible Bintje (Note 3) a pu être attaquée sur les 3 sites alors que Magnum (Assez peu sensible, note 6) n'a été attaquée que tardivement à Villers-Saint-Christophe et la variété Tentation (Peu à très peu sensible,

note 8) n'a montré aucun symptôme. Le gain d'IFT apporté par une forte **résistance variétale** peut être estimé dans ces essais en 2019 à **-40 % environ des IFT totaux de référence**.

- En 2019, les modalités en protection compatible avec l'agriculture biologique (traitement avec du cuivre) ont montré les limites de ce type de protection surtout sur des variétés sensibles comme Bintje. Cet effet est plus net à Boigneville car, sous brumisation, la pression de mildiou s'est maintenue plus longtemps. **La dose de 600 g de Cuivre métal par traitement apparaît plus adaptée** que celle de 400 g comme en 2018 dans les conditions de pression modérée à Boigneville ou fin aout à Villers-Saint-Christophe sur Bintje. En 2020, le cuivre n'était utilisé que sur la variété résistante Tentation sur laquelle aucun symptôme n'a été observé sur les 3 sites.
- **Le biocontrôle (phosphonates de potassium sur 3 traitements)** permet un gain d'IFT d'environ 1 à 1.5 selon la variété soit environ **-7 à 10 % des IFT totaux de référence**.
- **Dans les conditions des années 2019 et 2020, la combinaison de tous les moyens de protection intégrée permet de réduire très significativement les IFT (-25 % à -80 % sur variétés sensibles et jusqu'à -40 à -95 % sur variétés assez peu sensibles)** sans prendre de risque sur la protection des parcelles. L'efficacité de

ces modalités est comparable à la modalité référence.

- **Ces résultats confirment les premières conclusions de 2018 et ils devront être validés à nouveau dans les années à venir en situation de pression naturelle plus forte** car les 3 années d'expérimentation passées étaient en pressions identiques et plutôt faibles à modérées.

La réduction importante de l'utilisation des fongicides contre le mildiou dans le cadre du plan Ecophyto apparaît plus que jamais comme un défi à relever dans la décennie à venir pour aboutir à une production de pommes de terre moins dépendante des pesticides par la mise en place opérationnelle d'une véritable protection intégrée contre cette maladie.

Ravageurs

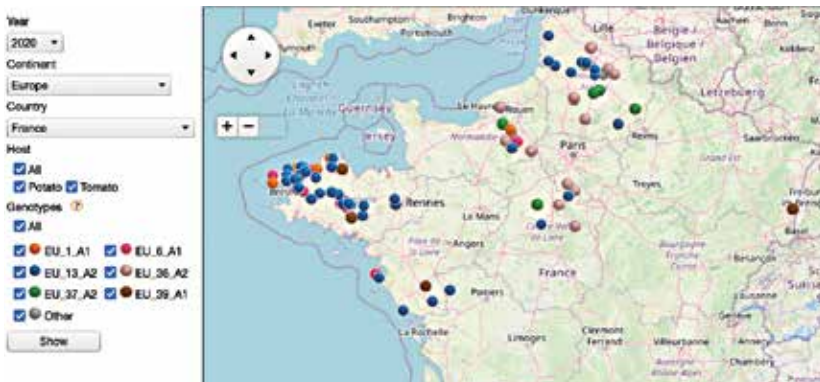
Taupins

Les différentes filières de production de pomme de terre (plant, consommation, transformation) sont exposées au risque d'attaque par les larves de taupins qui occasionnent des piqûres, morsures et galeries sur ou dans les tubercules. Ces dégâts entraînent une dégradation de la qualité de la production et en cas de fortes attaques (nombreuses piqûres ou galeries profondes), la production peut être déclassée, voire refusée. Les exigences qualitatives sont en effet fortes sur le produit final, avec des normes rigoureuses que ce soit pour la certification des plants (le règlement technique des plants n'autorise la présence que de 5 % de tubercules présentant plus de cinq piqûres) ou pour les cahiers des charges de commercialisation des pommes de terre de consommation, en particulier quand elles sont lavées. Cela peut entraîner aussi des réclamations à l'export vers des pays qui ont leurs propres exigences (sur les plants notamment).

La protection des cultures contre les attaques de larves de taupins a longtemps été assurée grâce à l'application préventive de produits phytopharmaceutiques en plein ou localisé dans la raie de plantation. Le retrait progressif des homologations des substances actives les plus efficaces, pour des raisons d'écotoxicité, placent les producteurs face à l'absence de solutions de protection suffisamment efficace pour protéger les tubercules fils jusqu'à la récolte, soit 3 mois après application pour les pommes de terre primeur et 4 à 6 mois après application pour les pommes de terre de consommation.

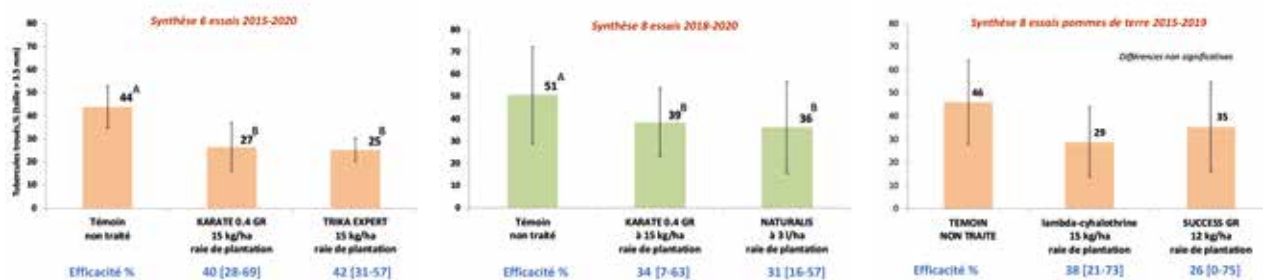
■ Géotypes de *P. infestans* en France en 2020

Malgré des études poussées depuis plusieurs années, l'évolution des géotypes de mildiou présents en France reste encore assez mystérieuse. Cela dit, il reste intéressant de suivre l'évolution de ces populations de mildiou au niveau géotype et phénotype car des populations moins sensibles au fluazinam ont été détectées en 2018, surtout en région Hauts-de-France et Champagne (figure 5). L'année 2020 n'a pas permis une collecte importante d'échantillons à cause de la pression de maladie très faible due au climat très chaud et sec pendant presque toute la saison de culture.



source : Euroblight

■ **Figure 45 : Efficacité des principales solutions disponibles pour lutter contre les taupins en culture de pommes de terre - synthèses d'essais 2015-2020 (les barres verticales représentent +/- 1 écart-type de valeur d'efficacité).**



Dans ce contexte, Arvalis évalue depuis plusieurs années des solutions phytopharmaceutiques issues de la chimie de synthèse ou du biocontrôle et des stratégies alternatives de lutte contre les attaques de larves de taupins sur tubercules de pommes de terre. L'objectif est de fournir aux producteurs une expertise technique sur les solutions autorisées ou en cours d'évaluation.

A l'heure actuelle, six spécialités sont autorisées pour lutter contre les taupins : quatre d'entre-elles sont issues de la chimie de synthèse : Némathorin 10 G (fosthia-zate), Karaté 0,4 GR, Ercole et Trika expert + (lambda-cyhalothrine) ; deux autres étant des produits de biocontrôle à base de microorganismes Naturalis (*Beauveria bassiana*) ou de toxines produites par des bactéries du sol Success GR (*spinosad*). Appliquées dans la raie de plantation, elles présentent des niveaux d'efficacité variables et limités avec 35 à 40 % pour les premières citées et 30 à 35 % pour les produits de biocontrôle ; niveaux d'efficacité loin de satisfaire les producteurs (figure 5).

La recherche de solutions se poursuit autour de stratégies de lutte biologique et agronomique, alternatives ou complémentaires à la lutte chimique protégeant les tubercules de pommes de terre, en évitant les attaques.

Ces évaluations sont axées sur :

- des produits de biocontrôle appliqués au moment de la plantation,
 - champignons entomopathogènes : *Metarhizium anisopliae* et *Beauveria bassiana*,
 - substances naturelles à effet répulsif et/ou insecticide : biofumigants, extraits d'ails,
- des plantes de service : plantes compagnes (plantes appâts) permettant de détourner les larves de taupins de la culture à protéger

3. de la lutte agronomique :

- variétés moins sensibles aux attaques de taupins
- itinéraires techniques de fin de cycle (défanage, récolte)

Les niveaux d'efficacité obtenus au champ avec ces stratégies sont équivalents à ceux des références conventionnelles. Ces résultats sont prometteurs mais ces stratégies de protection doivent être optimisées afin de décaler leur efficacité (optimisation des doses de champignons entomopathogènes, positionnement des substances naturelles en cours de culture, choix des espèces, des doses et du positionnement des plantes compagnes en cours de culture, ...). Il est également nécessaire d'expliquer les variations d'efficacité mesurées en les reliant aux conditions du milieu : facteurs biotiques (espèce de taupins, stade de développement) ou abiotiques (climat, sol, ...).

Ces stratégies font aussi l'objet d'évaluations en les combinant pour décaler et régulariser leur efficacité.

L'abaissement de population est également un axe majeur de la protection des cultures. L'utilisation de médiateurs chimiques (phéromones ou kairomones) agissant sur les adultes pourrait permettre de limiter les populations d'insectes en réduisant les accouplements. Des premiers travaux ont été initiés et sont poursuivis pour faire preuve de concept.

Défanage

Défanage chimique sans broyage :

- Associer les dessiccants en absence de broyage
- Spotlight + Sorcier en T1 permet la destruction la plus rapide (feuilles et tiges)

■ **Figure 6 : Destruction des feuilles au cours du temps en fonction de l'association de défanants (Audeville 2020_ Variété Amandine _Irrigué)**

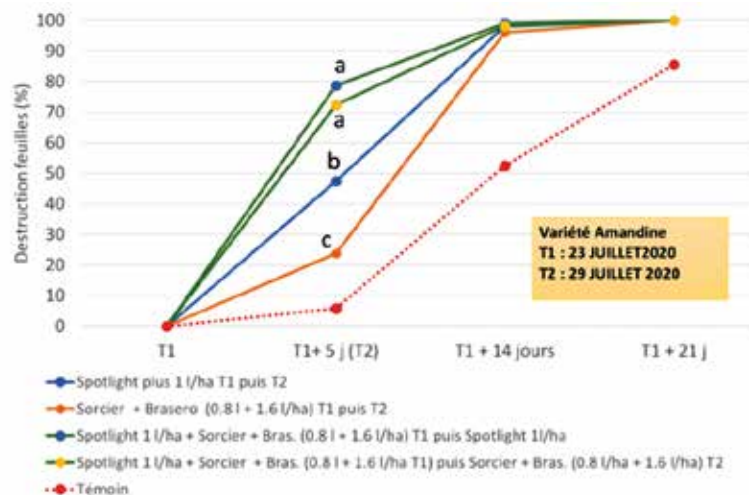
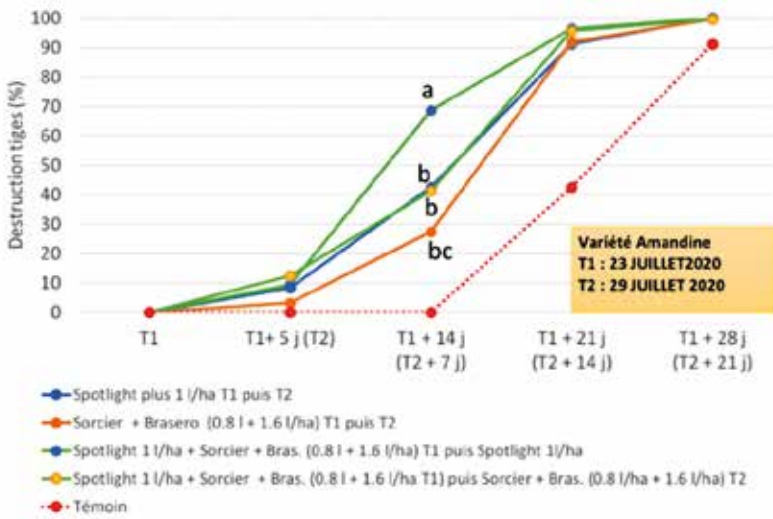


Figure 7 : Destruction des tiges au cours du temps en fonction de l'association de défanants (Audeville 2020_ Variété Amandine_Irrigué)



En 2020, l'essai mis en place à Audeville sur parcelles irriguées a consisté à comparer l'ordre de positionnement des spécialités à base de pyraflufène-éthyle et de carfentrazone-éthyle à deux dates d'application et à comparer également leurs associations en absence de broyage.

En produit seul, Spotlight Plus montre une action plus rapide comparé aux autres spécialités avant la deuxième application (T2 : T1 + 5 jours). Il détruit deux fois plus de feuilles que Sorcier employé avec un adjuvant (Brasero) et presque cinq fois

plus comparé à Gozaï en association avec Beloukha. Sur tiges, c'est à T2 + 7 jours que les écarts d'efficacité sont les plus marqués avec une destruction d'environ 40 % pour Spotlight, 28 % pour Sorcier avec adjuvant, et de 10 % seulement pour Gozaï en association avec Beloukha. À noter que quatorze jours après T1, les trois spécialités permettent une destruction supérieure à 80 %, autant sur feuilles que sur tiges ; et que 100 % de destruction est observée vingt-et-un jours après T1.

En association, c'est le mélange Spotlight + Sorcier avec adjuvant en T1 qui semble être le plus efficace. Combiné à une application de Spotlight en T2, ce mélange permet 80 % de destruction des feuilles à T2 et 70 % de destruction des tiges à T2 + 7 jours (voir figures 6 et 7). Sur feuilles, l'application de Sorcier avec adjuvant en T2 montre la même efficacité. À noter que 100 % de destruction est atteint quatorze jours après T1 pour les feuilles et vingt-et-un jours après T1 pour les tiges, pour les deux mélanges également.

Effet du volume de bouillie pour un défanage chimique sans broyage

Un essai complémentaire a été réalisé sur la plateforme d'Audeville pour étudier l'influence du volume de bouillie et du type de buse sur l'efficacité de Spotlight 1 l/ha et des mélanges Sorcier 0,8 L/ha + Brasero 1,6 L/ha et Gozaï 0,8 L/ha + Belhouka 1,6 L/ha appliqués au T1 et au T2 (T1 + 7 jours). Ces 3 programmes ont été appliqués sur la variété Amandine sans broyage des fanes.

Les modalités d'application ont été les suivantes :

- 2 volumes de bouillie : 100 L/ha et 200 L/ha
- 2 types de buses : CVI (Albuz), buse à injection d'air basse pression et CVI Twin (Albuz), buse à injection d'air basse pression à double fente.

Les notations proches de l'application jusqu'à T+14 jours montrent essentiellement un effet du **produit** sur l'efficacité. Que ce soit sur feuilles ou sur tiges, le produit Spotlight est significativement plus efficace que Sorcier + Brasero qui est lui-même significativement plus efficace que Gozaï + Belhouka. Cette observation est vraie quels que soient le volume de bouillie (100 L/ha ou 200 L/ha) et le type de buse utilisé (CVI ou CVI Twin).

Les notations plus éloignées dans le temps (T+21 jours et T+28 jours) révèlent toujours l'effet significatif du produit. Mais on observe également un effet du **volume de bouillie** et une **interaction significative entre le volume de bouillie et le produit utilisé**. Ainsi, pour Spotlight et Sorcier + Brasero, il semble que le volume n'ait pas d'effet (100 L/ha équivalent à 200 L/ha) alors que pour Gozaï + Belhouka, le volume de 100 L/ha est plus efficace que le volume de 200 L/ha.

Défanage électrique : une nouvelle alternative en devenir

En 2020, Arvalis a reconduit une expérimentation à Villers Saint Christophe pour poursuivre l'évaluation de cette nouvelle technologie lancée par la société allemande Zasso il y a trois ans au travers de son équipement Electroherb pour détruire les plantes adventices par électrocution. Ce matériel, désormais commercialisé sous l'appellation Xpower avait rapidement été testé pour examiner sa pertinence dans le défanage des pommes de terre.

Les expérimentations menées depuis deux ans ont montré l'efficacité de cette nouvelle technologie pour obtenir un bon défanage de la culture en mettant cependant en évidence plusieurs facteurs susceptibles d'influer sur le résultat comme la puissance appliquée ou la vitesse d'avancement dans la parcelle. La facilité de destruction naturelle des plantes (comme la variété par exemple) permet d'espérer obtenir un bon résultat à pleine puissance en un passage. Par contre, pour un couvert plus difficile (comme Challenger en 2020), un défanage satisfaisant limitant les reprises de végétation semble nécessiter un double passage à quelques jours d'intervalle ou un broyage préalable de la végétation (figure 8).



Pour réussir les applications à ces différents volumes de bouillie, un quad a été utilisé avec une rampe de 3 m et des buses espacées tous les 50 cm. Il présente l'avantage de rouler à des vitesses comparables aux pulvérisateurs utilisés par les agriculteurs.

Les observations faites ont montré une bonne innocuité du procédé sur les tubercules dans les conditions d'étude travaillées avec une faible influence du niveau d'humidité du sol sur le résultat observé.

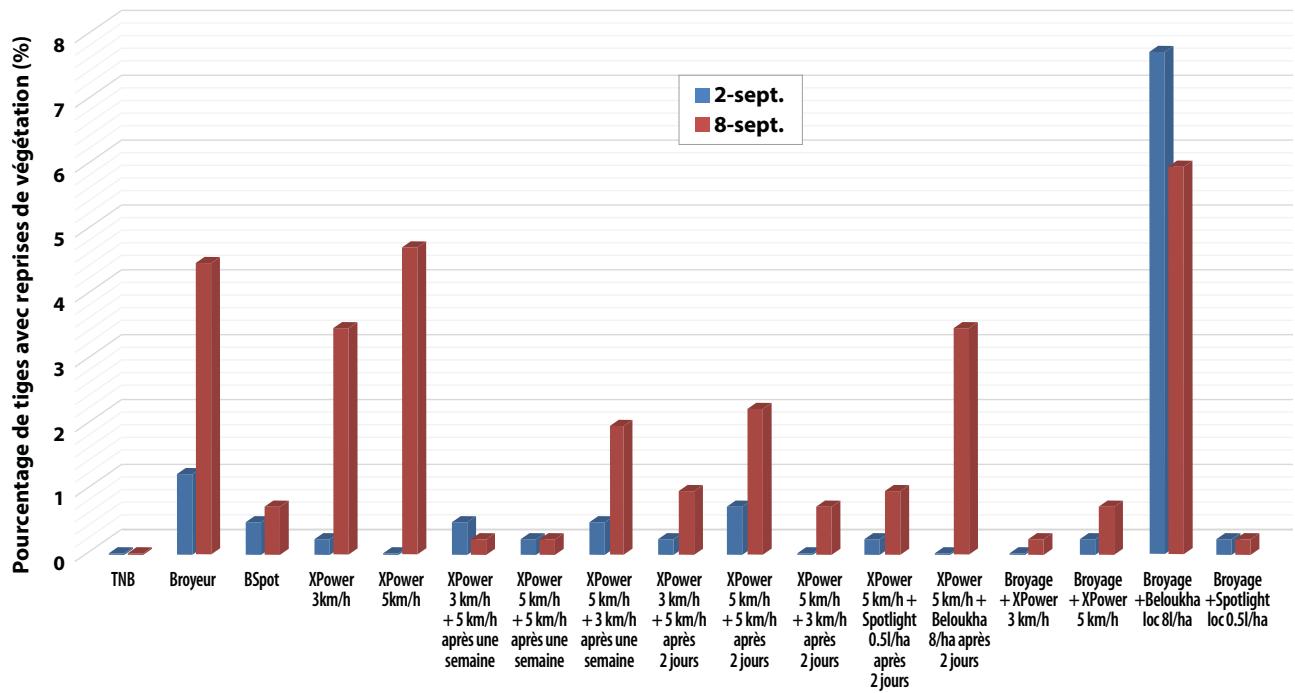
Cette nouvelle technique prometteuse est toutefois en phase de construction de son modèle économique compte tenu du coût de l'équipement et de sa largeur de travail limitée. L'intérêt qu'elle suscite, les évolutions attendues sur les équipements et l'arrivée de nouveaux acteurs sur ce créneau laissent cependant penser à des baisses de coût d'intervention dans les années à venir.

Mêmes si les pratiques mécaniques alternatives ou complémentaires au chimique sont souvent contraintes par leur débit de chantier et les conditions d'intervention, les résultats positifs recensés sur ces différentes solutions au fil de ces dernières années montrent qu'elles sont désormais opérationnelles. Intégrées au Programme d'aide aux investissements en exploitations pour la réduction des intrants lancé par France AgriMer en fin d'année 2020, plusieurs d'entre elles peuvent bénéficier d'une aide financière substantielle pour s'intégrer au parc matériel des exploitations, laissant envisager une mise en œuvre à plus grande échelle de ces pratiques dans les années à venir.



> La nouvelle configuration de Xpower positionne les modules de conversion de courant sur la partie avant du matériel

■ **Figure 8 : Efficacité du modèle Xpower de Zasso sur les reprises de végétation**
(Villers Saint Christophe 2020 – Variété Challenger)





Défi 4 Évaluer et valoriser les potentialités du sol, gérer les ressources hydriques et minérales

Fertilisation

Les engrais phosphatés liquide ou solide avec effet starter

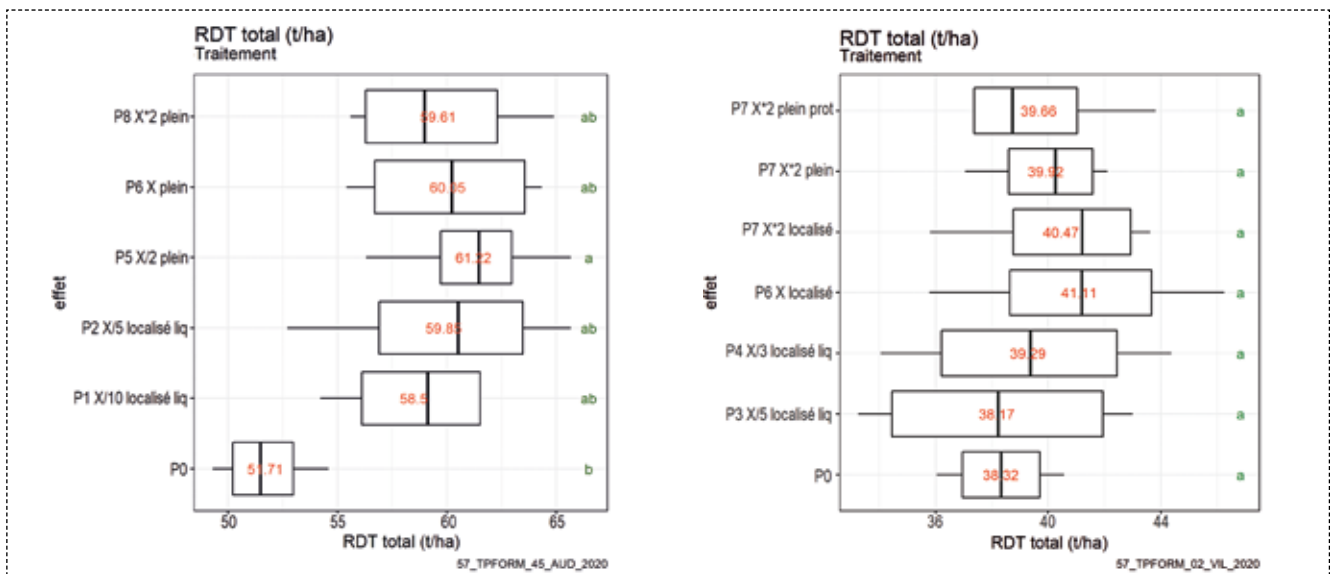
Une bonne maîtrise des apports en phosphore permet de réduire les endommagements de type fractures. Francesca Degan, Arvalis, a présenté le bilan d'une première année d'essais dont l'objectif est de comparer les performances sur le rendement d'un engrais liquide et d'un à phosphore protégé par rapport aux références que sont Super 38 et Super 45. Les essais ont été menés en localisé et en plein. Sur les sites de Villers-Saint-Christophe (02) et d'Audeville (45), les conseils Comifer indiquaient respectivement 30 et 57 kg P₂O₅/ha à apporter pour équi-

librer les exportations. Malgré les écarts de teneur en phosphore des types de sol et de potentiels de rendement, aucune différence significative ne se dégage, tant sur le rendement total que sur celui en gros calibre. La dose et le mode d'apport n'ont pas fait non plus apparaître de différence par rapport aux témoins. Seul, à Audeville, un effet significatif sur le rendement est mis en évidence entre le témoin (à zéro) et l'apport de Super 45 à la dose de 15 kg P₂O₅/ha. On estime que deux ans d'essais supplémentaires sont nécessaires pour conclure sur les résultats, les effets des apports de phosphore impactant majoritairement la cinétique de développement racinaire précoce. De plus, sur des sols bien pourvus, ils se remarquent surtout à l'échelle de la rotation. Elle envisage d'in-

troduire d'autres indicateurs pour évaluer les produits notamment sur la progression des stades précoces.

Des capteurs numériques pour développer rapidement des outils de pilotage sur d'autres cultures

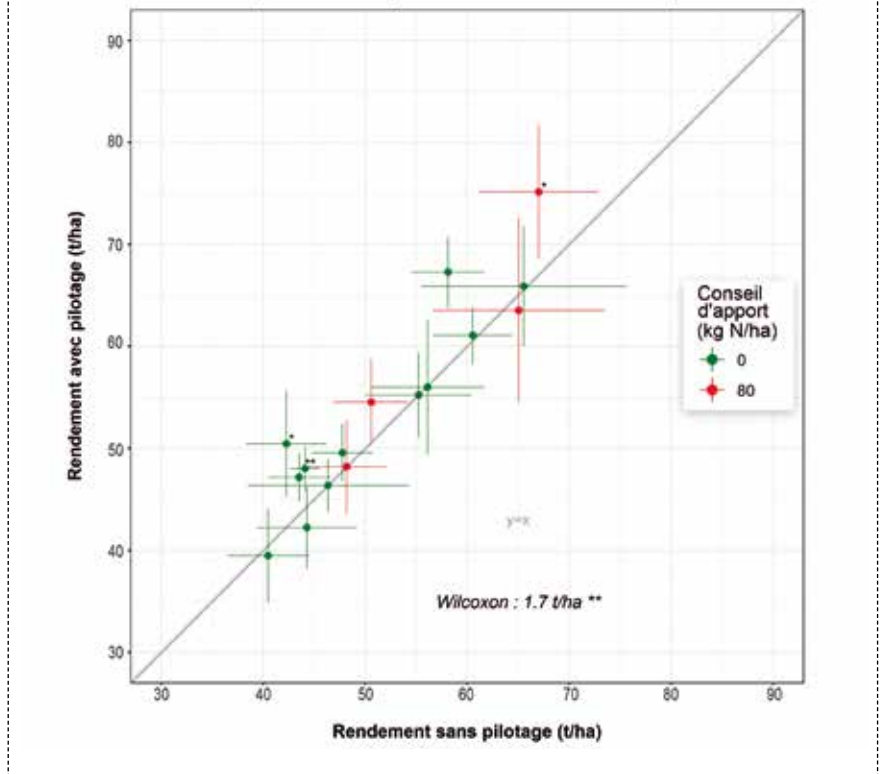
Depuis 2016, en pomme de terre, ARVALIS et ses partenaires¹ développent une méthode de pilotage de l'azote basée sur des images aériennes acquises par des capteurs embarqués sur différents vecteurs. Le développement récent d'outils de phénotypage numériques déployés dans les stations expérimentales permet d'accélérer les processus de recherche et développement quand il s'agit de développer des outils d'aide à la décision. L'acquisition de données en micro-parcelles



¹ McCain, Unéal, Cérésia, Ternoveo, Chambres d'Agriculture 51-59-62-76, Tereos, Expandis, Intersnack, Ceta, SETAB, GITEP, Acolyance

à l'aide de drones ont pu être réalisées et ont permis de poser les bases de la méthode. Pendant 3 ans d'essais, entre 2016 et 2018, sur 37 sites, le modèle a été validé au 70 % sur un total de 1148 microparcelles. La première étape du pilotage de l'azote à l'aide de cette méthode consiste à fractionner la dose totale prévisionnelle (X). Une partie de cette dose, $X - 40$, est alors apportée à la plantation tandis que l'autre est mise en réserve dans l'éventualité d'un deuxième apport en cours de croissance. D'après l'analyse des essais, la dose mise en réserve ne doit pas être supérieure au 50 % de la dose totale prévisionnelle pour éviter une perte de rendement. Ensuite, un diagnostic de l'état de nutrition azotée de la culture est établi grâce aux images multispectrales issues de capteurs, entre 25 et 40 jours après la levée. Enfin, un conseil d'apport ou de non-apport de la dose mise en réserve est délivré. La période la plus favorable pour réaliser l'apport de cette dose mise en réserve se situe entre 25 et 45 jours après la levée. En effet, au-delà de 45 jours après la levée, le fractionnement entraîne une perte de rendement moyenne de 0,5 t/ha. L'accès facilité aux capteurs embarqués par les drones a permis à Arvalis et ses partenaires de mener cette 1^{ère} étape de R&D rapidement pour enchaîner ensuite sur deux campagnes de test de l'outil de pilotage en parcelles agricoles qui se sont déroulées en 2019 et 2020. L'objectif principal était d'évaluer la pertinence de la méthode en comparant a posteriori les résultats du modèle (conseil d'apport ou de non-apport) avec les rendements obtenus avec ou sans apport de la dose mise en réserve. Un second objectif était de s'assurer que l'utilisation d'images satellitaires en substitution d'images acquises à l'aide de drones ne dégradait pas la qualité du conseil. Le réseau d'essais représentait 9 parcelles en 2019 et 15 en 2020. Le protocole expérimental impliquait que chaque agriculteur partenaire de l'opération applique $X - 40$ kgN/ha à la plantation sur la zone d'essai puis, à la suite de la prise d'image satellite ou drone, un apport de 0, 40 et 80 kg N/ha sur 3 modalités distinctes. Des vols d'acquisition de données par drone ont permis de valider les données acquises par satellite. Ces 2 campagnes de test ont aussi permis de confirmer que les indicateurs biophysiques (surface foliaire-LAI, concentration de chlorophylle-CHL et Fraction de couverture du sol-FCOVER) sont bien comparables lorsqu'ils sont acquis par drone ou par satellites malgré de légères différences de capteur (en particulier dans les bandes spectrales utili-

■ **Figure 9 : Comparaison du rendement total entre modalité fractionnée sans pilotage et modalité fractionnée avec le pilotage.**
Gain de rendement : 1,7 t/ha**



sées) et des modèles d'estimation de ces indicateurs biophysiques. À l'issue de cette opération de test en conditions réelles, les données recueillies ont permis de conclure quant à la pertinence de l'utilisation d'images satellitaires et sur la robustesse du modèle pour le déclenchement du conseil. Les conseils délivrés grâce aux images satellites sont de précision équivalente à ceux délivrés par drone. Ceci permet de valider la possible utilisation d'images satellites dans l'optique d'un développement de l'outil à plus grande échelle. En effet, malgré un meilleur niveau de résolution d'images obtenu à l'aide du drone, l'utilisation de ce dernier s'avère plus difficile à mettre en œuvre et plus coûteuse. De plus, sur le territoire métropolitain, les images satellitaires sont renouvelées selon les zones : 2 images tous les 5 jours ou 1 seule image tous les 5 jours. Cette fréquence assure la disponibilité des données même en cas de conditions météorologiques venteuses, peu favorables pour le vol des drones. Le modèle de pilotage de l'azote par télédétection affiche des performances satisfaisantes, sur les parcelles exploitables pour le conseil, le taux de conseil juste est de 88 % contre un taux de mauvais conseil (en surfertilisation) de 13 %. La Figure 9 montre les différences de rendement des essais en

grande parcelle validés, avec et sans pilotage. Aucun essai ne montre une perte de rendement significative de rendement, donc l'outil actuel donne confiance dans la poursuite de cette voie de R&D. De plus, le 75 % des conseils préconise un non-apport de la Mise en Réserve. Validé avec plusieurs années climatiques, ce modèle permettrait un gain sur l'azote à apporter. Toutes ces avancées rapides ont été permises par un accès facilité aux capteurs numérique et la mobilisation d'une expertise forte dans l'exploitation des données qui en sont issues. Ces données, associées à l'expertise agronomique des équipes impliquées vont aussi servir à travailler sur plusieurs axes d'amélioration. Le principal est de réduire l'hétérogénéité intra parcellaire pour augmenter le taux de conseils qui peuvent être délivrés. Ensuite, le développement d'un outil opérationnel implique de pouvoir faire l'impasse de la bande sur fertilisée que l'agriculteur doit prévoir dans sa parcelle avec la méthode actuelle. De plus, le conseil ternaire (apport de 0-40-80kgN/ha) pourrait être affiné avec davantage d'options pour le second apport. Ceci permettrait de mieux ajuster la dose d'azote aux besoins de la pomme de terre lors d'années à haut potentiel.

Agriculture biologique

Une baisse de fertilité des sols est de plus en plus fréquemment observée dans les exploitations de grandes cultures conduites en agriculture biologique, en particulier en ce qui concerne les teneurs en phosphore. Par ailleurs, la volonté d'augmenter la valorisation de toute forme de recyclage des éléments fertilisants, en particulier par la valorisation des ressources représentées par les fertilisants issus du recyclage (FIR) qui regroupent les Produits Résiduaire Organiques (PRO), les cendres et des engrais minéraux comme la struvite. Arvalis a ainsi démarré des essais en microparcelles sur la commune de Cognepuits (45) pour :

1. Comparer l'impact sur le rendement sur pomme de terre et l'intérêt économique de différentes formes d'engrais phosphatés autorisés en agriculture biologique notamment en sols pauvres en phosphore
2. Évaluer l'efficacité, en particulier sur la nutrition azotée en pomme de terre, et l'intérêt économique de différentes alternatives aux fientes de volailles en agriculture biologique
3. Établir des références sur les indices de nutrition du phosphore, du potassium et de l'azote pour évaluer l'interaction entre ces éléments.



Les produits ont été appliqués en surface avant le buttage et les observations effectuées sont biomasse et % N, P et K des fanes et tubercules à défanage.

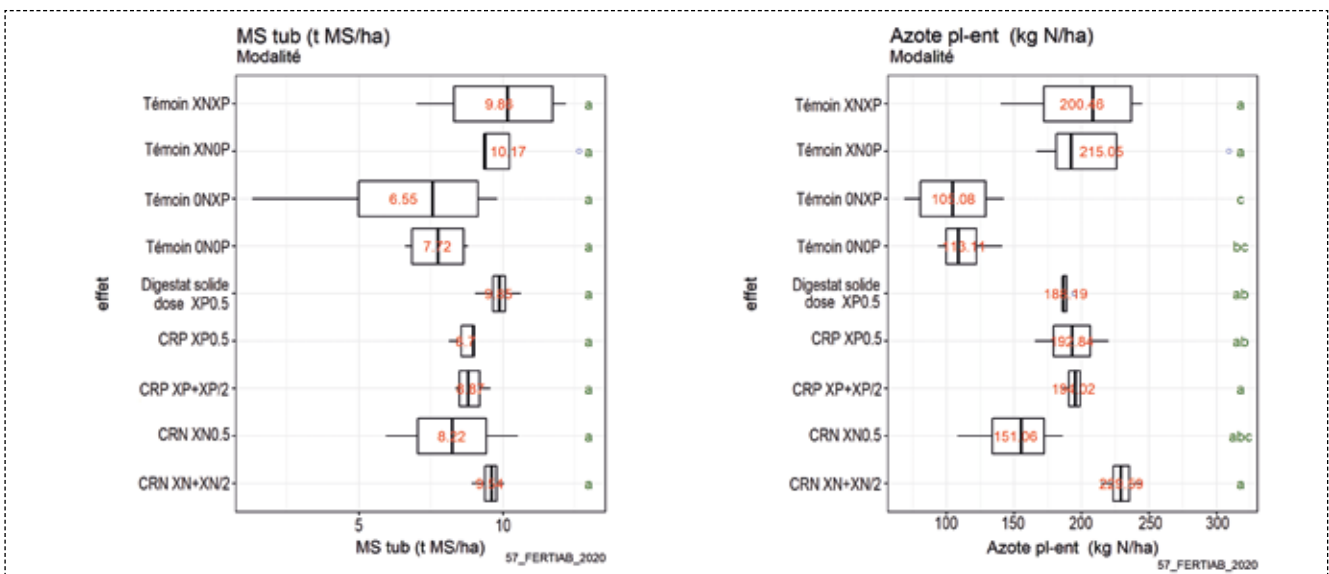
Les modalités conduites croisent des témoins avec différents niveaux d'azote et de phosphore, ainsi que deux courbes de réponses, au P et au N, et la comparaison entre deux doses de digestat solide.

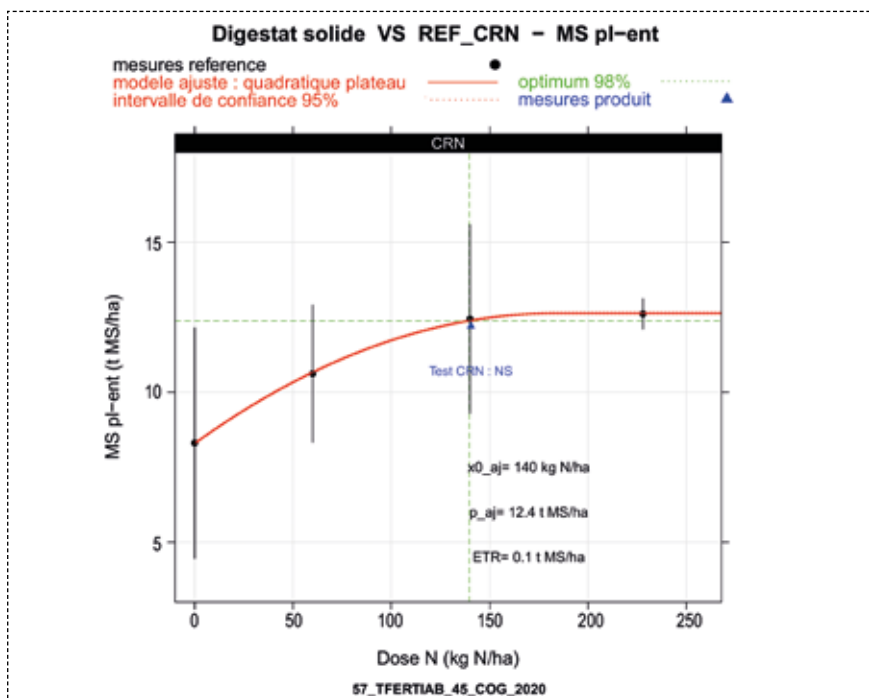
En conclusion, le facteur limitant principale semble être l'azote, confirmé par les quantités absorbées de N et par l'INN. Il n'y a pas d'interaction statistiquement significative avec le Phosphore (absorption du P conditionnée par la disponibilité de N). Une tendance s'observe pour le Potassium, dont l'absorption semble être impactée par les niveaux de N et de P (mais tendance non confirmée par le témoin ON et OP, du fait de la grande variabilité des résultats dans la modalité).

À défanage, aucune différence significative sur le t MS/ha des tubercule entre les modalités. On observe des valeurs en tendance plus faible pour les deux témoins zéro azote. En revanche, des différences significatives d'observe dans la teneur en azote de la plante entière. Les modalités plus riches en azote sont statistiquement différentes de celle sans ou avec peu d'azote. On observe donc un effet azote sur les quantités absorbées par rapport aux quantité disponibles. En comparant les 2 témoins XNOP et XNXP, il ne semble pas y avoir une interaction avec le phosphore dans l'absorption de l'azote.

L'INN traduit l'impact forte de la disponibilité en azote. Une interaction possible avec les niveaux de P n'est pas toujours confirmée dans les différentes modalités On pourrait observer une tendance par rapport l'impact possible de la forme de

PRODUITS	N (%)	P ₂ O ₅ (%)
Cendres végétales	0	13
Farine de plumes	12	0
Digestat Solide	0.5	0.45





P entre le XPO.5 du digestat et le XPO.5 des cendres végétales, à faveur des cendres. Il n'y a aucune différence statistiquement significative entre les modalités pour la quantité de phosphore absorbé par la plante entière. Ce résultat semble suggérer que le facteur limitant principale était l'azote (différence entre les modalités). Il ne semble pas y avoir une interaction entre la quantité d'azote disponible et absorbée et celle du phosphore. Le potassium a une tendance à répondre de façon significative en relation aux faibles teneurs de P et de N, avec une interaction entre une diminution du P et/ou du N (groupe b), sans confirmation par contre du témoin ONOP (grande variabilité des résultats). Cependant la distinction est moins nette dans les modalités intermédiaires, signe peut-être qu'une Il n'y a par contre aucun impact sur la quantité d'azote absorbé dans les tubercules. Sur la courbe de réponse à l'azote on n'observe pas de différences significatives pour le digestat, ni pour le témoin zéro ou les 2 niveaux de Phosphore (29.9 et 92 kg P₂O₅/ha). Au moins 2 années d'essais supplémentaires sont nécessaires pour conclure sur les résultats.

Une nouvelle génération de biostimulants

Le protocole TBIOSTIM 2020 visait à comparer les performances sur le rdt => rendement (partout) total et le rdt commercial de deux produits biostimulants, dans la catégorie :

- Activateur de la vie microbienne des sols pour Explorer 10-20-0 + S 9
- Biostimulant de la plante pour Algomel PROACT

Sur le site de Villers-Saint-Christophe, tous les résultats sont significatifs (au 5 % ou au 10 %...), avec des gains de rendement entre 5,3 et 7,2 t/ha. Probablement, la différence de significativité est liée à la grande variabilité des réponses de référence (le coefficient de variation est de 10 % par rapport à la moyenne). Sur le site de Audeville, les résultats sont significatifs pour le rendement total, avec la combinaison de deux produits, allant jusqu'à 9 t/ha de gain de rendement. Ces résultats sont plus robustes sur Audeville du fait d'un plus faible coefficient de variation sur les données de référence (7.8 %)

L'effet sur le rendement total peut montrer une amélioration de la tubérisation, à confirmer avec des variétés qui tubérisent peu et avec plus d'années climatiques. Au moins 2 années d'essais supplémentaires sont nécessaires pour conclure sur les résultats.

Vers l'intégration des techniques d'agriculture de conservation

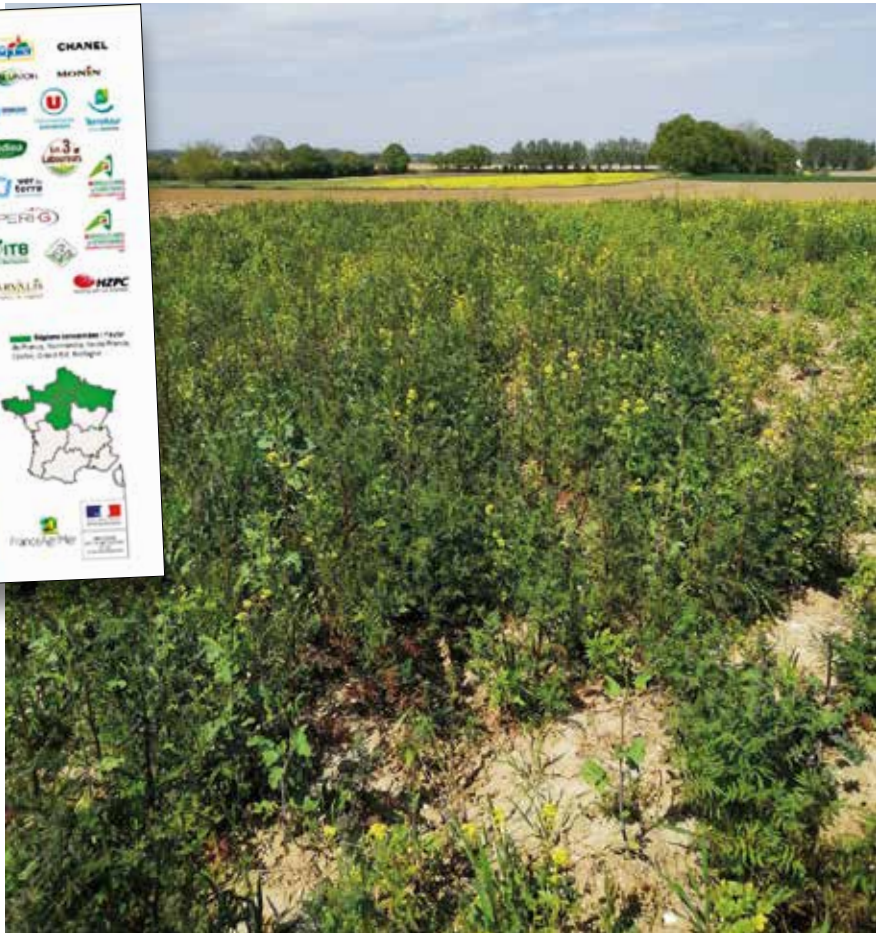
Un maillon de la préservation de la qualité physique et biologique des sols repose sur un maintien de leur stabilité structurale. Pour se faire le développement plus régulier de couverts végétaux (cultures intermédiaires) en amont de la culture de la pomme de terre voire durant la culture (plantes compagnes) peut être un facteur d'amélioration préservant cette fertilité physique en limitant sa sensibilité au tassement. Ces couverts sont également des vecteurs importants pour assurer une augmentation du piégeage du carbone dans les sols cultivés.

En 2020, ARVALIS-Institut du végétal a poursuivi son implication dans cette démarche en intégrant le projet « Cultures industrielles sur sol vivant » porté par l'association Pour une Agriculture du vivant. Ce projet qui a démarré à l'automne 2020 pour une durée de trois ans a obtenu un financement de FranceAgriMer – Lauréats dans le cadre de l'appel à projets 2019/2020 « Structuration des filières agricoles et agro-alimentaire », partie du Grand Plan d'Investissement. Regroupant dix-sept partenaires divers, techniques et économiques, le projet a pour objectif de créer l'ensemble des conditions (techniques, économiques et de coopération entre les acteurs) pour le lancement, le déploiement et la pérennisation de filières agroécologiques pour la pomme de terre et la betterave. Il vise notamment à développer les pratiques agroécologiques chez une centaine d'agriculteurs et créer un réseau d'échanges impliquant également les techniciens mais aussi à coconstruire un modèle économique pérenne et structurer 7 filières de valorisation autour de la pomme de terre, du sucre et de l'alcool pour sécuriser la transition des agriculteurs tout en veillant à diffuser les retours d'expériences et les résultats vers l'ensemble

Modalité	kgN/ha	Rdt total moyen (t/ha)	Rdt Total moyen de la référence (ammonitrate)	Différence de rdt	Test CRN	Test interval de confiance 95 %	Test moyenne Ref
EXPLORER S9	180	39.2	33.5	5.7	NS	**	**
EXPLORER S9 + Algomel PROACT	180	38.8	33.5	5.3	NS	**	*
EXPLORER S9	180	56.6	51.7	4.9	**	**	NS
EXPLORER S9 + Algomel PROACT	180	60.8	51.7	9.0	***	**	**

des intervenants de ces filières.

Arvalis interviendra dans le projet principalement comme acteurs du Comité technique national du projet pour apporter son expertise technique aux différents travaux et expérimentations conduites sur le terrain, principalement concentré sur les régions Nord-France.



Parallèlement à cela un appui particulier sur le dispositif SYPPRE intégrant la pomme de terre et mis en place à Estrées Mons avec là-aussi l'objectif de travailler dans une approche Systèmes de culture pluriannuelle pour examiner la faisabilité, les points faibles et points forts, de démarches innovantes privilégiant l'intégration des couverts et les pratiques culturales simplifiées à chaque fois que possible dans la rotation. Depuis deux ans maintenant un itinéraire « en rupture » propose ainsi une implantation de la culture à la suite d'un prébuttage d'été sur lequel est semé une culture intermédiaire, essentiellement composée de Phacélie, pour l'hiver 2019-2020. L'objectif est ensuite de planter les tubercules au printemps avec une préparation de sol simplifiée, voire même directement dans ces pré-buttes sans nouvelle intervention. Une expérimentation similaire a été mise en place à Villers Saint Christophe sur différents types de couverts. Dans les deux cas le dessèchement prononcé des prébuttes au printemps 2020, lié aux conditions météo et peut-être aussi à une destruction trop tardive des couverts, a obligé à une reprise énergétique de ces buttes d'automne dont la structure était très compacte au moment de la plantation malgré une très forte porosité des agrégats. Conduites en situations non irriguées, ces deux expérimentations n'ont ensuite délivrées que des résultats décevants dans le développement des parcelles et la productivité finale. Les travaux étant conduits de manière pluriannuelle, les enseignements de cette campagne devraient permettre d'ajuster les pratiques lors des années à venir.

> Expérimentation pré-buttagage d'automne et couverts végétaux pour améliorer la stabilité structurale des sols et leur enrichissement en matière organique





Défi 5 Évaluer et améliorer la multiperformance des systèmes de production

Coût de production : connaître notre compétitivité et celles de nos concurrents

Suite aux études de 2008 à 2011 qui, sur la base d'enquêtes et calculs du coût de production de la pomme de terre sur une vingtaine de producteurs par région, ont permis de mettre en avant les atouts et faiblesses de chaque région productrice de pomme de terre (Beauce, Champagne-Ardenne, Picardie, Nord-Pas-de-Calais et Normandie), l'UNPT a souhaité étendre ces travaux au plus grand nombre afin que les producteurs connaissent mieux leur coût de production et identifient éventuellement des marges de progrès, mais aussi pour affiner les atouts et faiblesses de chaque région. Actuellement, seule la Chambre d'Agriculture du Nord-Pas de Calais continue le suivi d'exploitation. Pour chacune d'elle, deux saisies sont réalisées : une première prenant en compte le prix et l'âge réels du matériel afin de faire un rendu proche de la réalité au producteur, une seconde avec du matériel neuf et des prix normés pour limiter le facteur stratégie d'achat et pouvoir faire une comparaison technique entre producteurs. Arvalis, comme les années précédentes, continue d'apporter un appui méthodologique sur la

saisie des exploitations dans SYSTERRE®, fourni des références et réalise le calcul des charges de stockage et d'irrigation pour les exploitations concernées. Ce dernier point permet de mettre à jour les caulettes (ajout de nouveau matériel par exemple) et de constituer une base de référence d'installation d'irrigation et de stockage réellement observées chez les producteurs.

Veille concurrentielle Pomme de terre

La veille concurrentielle internationale pomme de terre, tous débouchés confondus (plants, frais, transformé, fécule), mise en place en 2012, s'est poursuivie en 2020. Cette veille, réalisée dans le cadre de FranceAgriMer, est un outil d'aide à la décision pour les acteurs français de la filière pomme de terre. Cet outil permet une collecte systématique d'informations sur l'évolution du niveau de compétitivité des différentes filières françaises comparativement aux principaux pays concurrents. Pour comprendre les dynamiques de la compétitivité, et anticiper ces évolutions, il est essentiel d'avoir une vision claire des atouts et des handicaps des concurrents en présence. C'est dans cet objectif qu'il peut apparaître essentiel à la filière pomme de terre de disposer d'un outil

de veille internationale régulièrement mis à jour. Il s'agit donc d'établir annuellement la position relative des filières françaises face à leurs principaux concurrents. Cette veille est découpée en six axes :

- **Axe 1** : Potentiel de production face aux attentes du marché
- **Axe 2** : Environnement pédoclimatique et pathogène
- **Axe 3** : Capacité des opérateurs à conquérir les marchés
- **Axe 4** : Portefeuille des marchés et équilibre des flux
- **Axe 5** : Degré d'organisation de la filière et de soutien public
- **Axe 6** : Influence de l'environnement macro-économique

Chaque axe est ensuite découpé en plusieurs facteurs eux-mêmes divisés en indicateurs. A chaque indicateur a été attribuée une note en fonction de son importance dans la compétitivité. Il est alors possible d'attribuer des notes à chaque pays afin de mettre en avant les points faibles et les points forts de chaque pays. Les résultats sont publiés chaque année par FAM uniquement sous format papier.

Projet GES'TIM+

Les instituts techniques agricoles ont publié une première version du guide GES'TIM en 2010, servant de référentiel pour l'évaluation des émissions de gaz à effet de serre (GES) directes et indirectes issues des activités agricoles.

Ce premier guide a notamment permis la conception de l'outil EGES et la production du module de calcul des émissions de GES et des bilans énergétiques de SYSTERRE®

GES'TIM+ est une actualisation de ce guide GES'TIM. Il a été **publié en juin 2020**, dans un contexte où le changement climatique, la préservation des ressources énergétiques et la qualité de l'air constituent des préoccupations majeures et suscitent des ambitions très fortes de l'Europe et de la France.

Il prend en compte les nombreuses **évolutions de méthodes et de références** : sur le pouvoir réchauffant des gaz, sur la modélisation des émissions, sur les données d'arrière-plan servant aux calculs...

Le périmètre de GES'TIM+ est élargi : il s'intéresse au **réchauffement climatique** mais également à la préservation des **ressources énergétiques** et à la **qualité de l'air**. Il intègre également de nouvelles activités : en plus de l'élevage et des grandes cultures, les productions de fruits, légumes et vignes sont traitées.

Il a été produit dans le cadre du projet GES'TIM+ - Agriculture Energie Climat Air, et a été financé par l'Ademe pour un montant de 116 000 €.

Les objectifs de GES'TIM+ sont restés identiques à ceux de GES'TIM. Le guide propose un cadre méthodologique pour l'évaluation de l'impact des activités agricoles (i.e. recensement des différentes méthodes, outils et données d'activité mobilisables) ainsi qu'une aide à l'utilisateur dans ses choix de méthode en fonction de ses objectifs et des données disponibles. Ceci est disponible pour les 3 thématiques suivantes :

- Energie (consommations directes et indirectes des ressources énergétiques et production d'énergie renouvelable)
- Climat (émissions directes et indirectes de GES)
- Qualité de l'air (émissions de NH₃, NO_x, particules, CO_v, SO₂)

Il traite différentes échelles ou unité fonctionnelle (unité dans lesquelles sont rapportées

les impacts ou flux) : produit récolté/filière (en quantité de produit) et système/exploitation agricole (en quantité de produit ou en unité de surface).

Les activités agricoles étudiées : élevage, grandes cultures, vigne, fruits, légumes.

Le périmètre considéré est inchangé : l'amont et du site de l'exploitation au portail de la ferme

GES'TIM+ a été enrichi sur les points suivants :

- Elargissement aux enjeux de préservation des ressources énergétiques et qualité de l'air ;
- Elargissement des activités agricoles couvertes : intégration de références sur la vigne et les fruits et légumes ;
- Intégration de références et méthodes produites dans le cadre de projets de recherche en vue de proposer un panorama des méthodes existantes ;
- Mise à jour de références préexistantes sur le changement climatique ;

- Intégration d'une partie « exploration méthodologique » regroupant un état de l'art sur des questions méthodologiques rencontrées depuis la parution de GES'TIM en 2010 ;

- Intégration d'une partie « Cas d'étude » présentant des ordres de grandeur sur différentes productions agricoles.

Le guide s'adresse à toute personne s'intéressant aux questions des liens entre l'activité agricole et les enjeux du réchauffement climatique, de la consommation des ressources en énergie non renouvelable, de la qualité de l'air qu'ils s'agissent d'ingénieurs, de chercheurs, de techniciens, d'enseignants ou encore de décideurs. De par la richesse des informations qu'il compile, le guide est un outil prédestiné aux spécialistes de l'évaluation environnementale (évaluation par ACV, mais pas uniquement), engagés dans des études d'impact et la recherche de solutions (dont l'éco-conception).





Défi 6 Valoriser les innovations technologiques et méthodologiques

Le numérique : un accélérateur d'innovations

ARVALIS fait converger ses projets numériques au service de l'efficace expérimentale et des projets de transfert de l'innovation pour les producteurs

La stratégie numérique de l'Institut s'est fortement structurée autour de deux concepts de laboratoires d'innovations. Les digistations visent à évaluer et mettre au point des innovations pour accroître l'efficace du métier d'expérimentation. Les Digifermes® développent, en partenariat avec les instituts et les entreprises du numérique agricole, des innovations au service des producteurs. Des projets spécifiques sur la pomme de terre sont aussi en cours.

Projet INTERREG INNOVEG - Plusieurs outils capables d'étudier la nutrition azotée

Au-delà des drones et autres outils légers, la nutrition azotée peut aussi être appréhendée avec les autres outils de phénotypage numérique développés par les instituts techniques et leurs partenaires. C'est notamment le cas de l'arche légère de phénotypage ALPHI®, qui a été initialement développée sur blé et qui a récemment été adaptée pour travailler sur la pomme de terre dans le cadre du projet INTERREG INNOVEG. Ce projet vise à concevoir des méthodes d'expérimentations innovantes à base de capteurs numériques sur les cultures de pomme de terre et de légumes de plein champ. Il regroupe 4 partenaires européens : ADAS pour le Royaume-Uni (pilote du projet), DELPHY (Pays-Bas), INAGRO (Belgique) et

ARVALIS (France). Courant d'août 2018 à septembre 2022, il fournira des protocoles et des recommandations techniques pour valoriser plusieurs outils de phénotypage numérique utilisés par les partenaires dans le cadre d'expérimentations au champ en stations expérimentales et en parcelles agricoles. Il a aussi pour ambition de créer et d'animer un réseau transfrontalier de collaborations sur ces thématiques, incluant une co-construction des approches avec tous les expérimentateurs, y compris les agriculteurs. À cette occasion, plusieurs expérimentations ont été conduites pour évaluer la pertinence de l'outil ALPHI® (et aussi de drones) à évaluer l'impact de la variété et des pratiques de fertilisation azotée sur la production de pomme de terre. Les premiers résultats sont prometteurs et une synthèse plus complète sera réalisée en 2021 (figures 10 et 11).

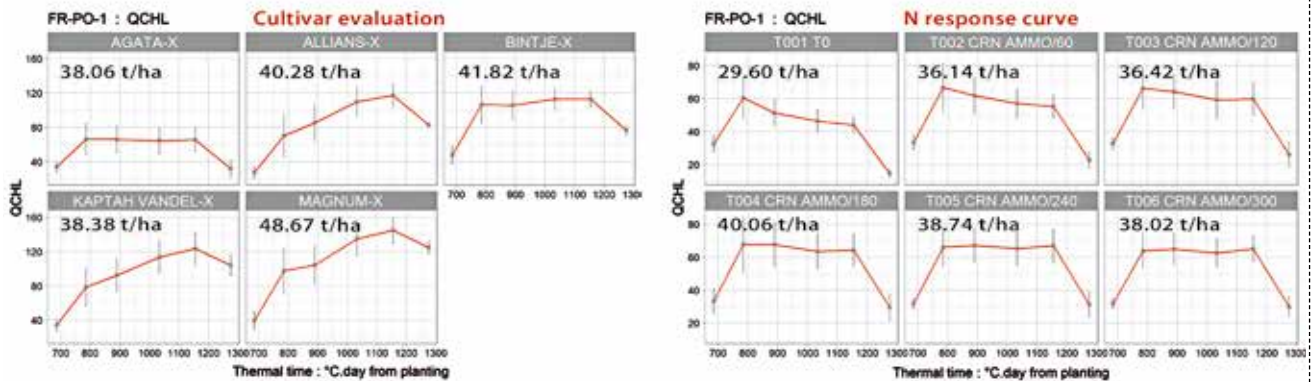
Numériser l'acquisition de références

Les premières rencontres techniques de l'expérimentation ont réuni près de 80 techniciens de l'Institut sur une journée pour réfléchir, entre autres, au socle numérique pour l'ensemble des stations expérimentales. Le déploiement d'outils de phénotypage se poursuit. Phe-B, arrivée avec succès sur la station de Montardon (64), élargit la gamme des dispositifs de phénotypage haut débit roulants au côté d'Alphi, de Phénofield et de la phénomobile. Parmi les systèmes légers, les drones sont déployés sur 4 sites d'expérimentation dont Villers-Saint-Christophe y compris sur pomme de terre. 4 télépilotes ont été formés. En parallèle, le minirhizotron (scanner de racines) doit permettre de mieux comprendre le fonctionnement du système racinaire.

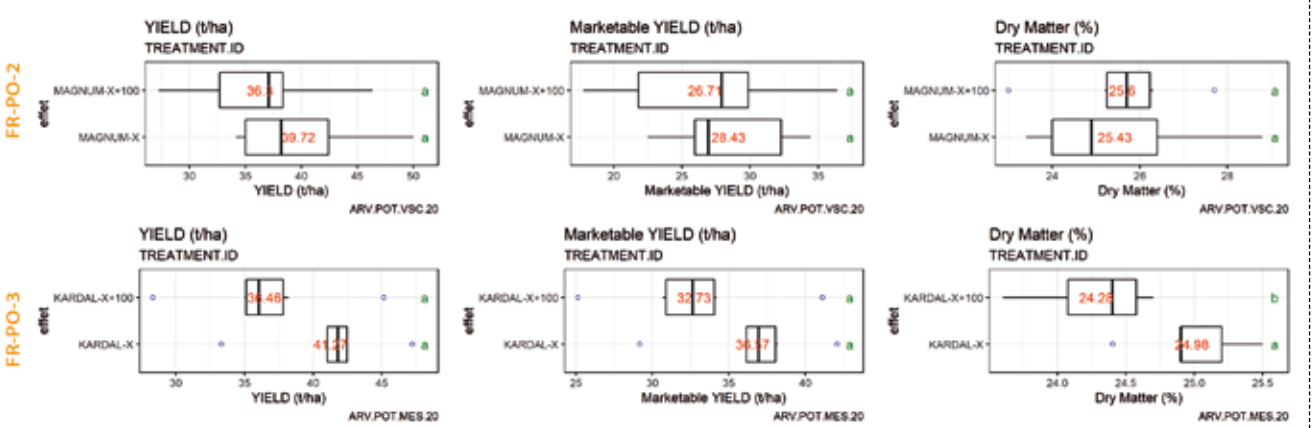
Témoignage de Lizzie Sagoo, chercheuse spécialiste du sol, ADAS (Royaume Unis)

“ Le projet européen Interreg, Inno-veg, que nous avons démarré en 2018 est ma première expérience de collaboration avec Arvalis. Nous sommes quatre partenaires dans ce projet européen : Arvalis, Delphy aux Pays-Bas, Inagro en Belgique et nous, Adas, au Royaume Uni. Même si nous travaillons tous sur le même sujet, les questions de pommes de terre et de sol, chaque membre apporte son expertise spécifique. Arvalis enrichit notamment notre groupe avec ses compétences sur les capteurs numériques, les drones et le traitement des données. Et, du point de vue personnel, nous formons réellement un groupe amical. Nous cherchons à accélérer l'adoption de l'innovation en creusant d'une part la méthodologie de la recherche, d'autre part la manière de passer des données acquises en micro-parcelles aux applications en conditions réelles de culture. Le projet va durer jusqu'en 2022. Les premiers résultats sont donc déjà disponibles et chaque partenaire en a déjà parlé dans son pays, mais nous allons monter en puissance en termes de communication. Il y a déjà un site internet dédié (inno-veg.org) et un fil twitter (@innoveg). ”

■ **Figure 10 : INNOVEG Essais du WP1 _ Cinétique des indices biophysiques calculé avec les vols drones sur la plateforme de Villers saint Christophe**



■ **Figure 11 : INNOVEG – Essais du WP2 : résultats de l'expérimentation en parcelles agriculteurs**



Enfin, la Digistation de Villers-Saint-Christophe (02) poursuit sa dynamique avec de nombreuses acquisitions de références valorisant des outils numériques et des partenariats prometteurs avec le tissu local d'entreprises et d'écoles. C'est le cas des travaux avec Eurocelp sur le comptage de germes.

Projet MULTIPASS: de l'éthique pour les données

Avec l'avènement du numérique, les exploitations produisent une quantité importante de données qui constituent une source incontournable pour répondre aux enjeux de multi-performance de l'agriculture. Mais les agriculteurs se posent naturellement la question des utilisations de leurs données et des risques éventuels à les diffuser.

En s'appuyant sur la charte FNSEA / JA sur l'utilisation des données agricoles, ARVALIS et ses partenaires souhaitent démontrer l'intérêt et la faisabilité d'un écosystème de gestion des consentements des agriculteurs. Ce projet, appelé MULTIPASS, apporte une solution aux questions des agriculteurs sur la

Témoignage de Luc Deroulers, Directeur de Eurocelp

“ Eurocelp a été fondée en 2012 pour mesurer la qualité des pommes de terre. Nous connaissons donc Arvalis depuis le début puisque nous intervenons dans le même domaine mais nous sommes formellement entrés en contact en 2018 lorsqu'ils se sont posé la question de l'automatisation de la détection des germes. Une convention a été signée fin 2019 et nous travaillons donc dans un premier temps sur l'étude de faisabilité de l'application du deep learning pour cette détection. Nous utilisons cette méthode depuis deux ans, ce qui est nouveau en pommes de terre. Nous entretenons avec Arvalis un vrai partenariat avec de nombreux échanges pour construire une nouvelle solution ensemble. Ils nous apportent des données, nous leur apportons une solution technique. ”

maîtrise de leurs données et la transparence des usages qui en sont faites. Les consentements sont stockés dans des outils sécurisés. Ils peuvent être révoqués. La présence d'un consentement valide peut être vérifiée avant l'utilisation des données par un tiers.

Des cas d'usages concrets pilotes débutent cette année. Ils visent à améliorer le service rendu aux agriculteurs, tout en garantissant la maîtrise de leurs données. Ces garanties doivent également couvrir des valorisations collectives par les métiers de la recherche et de l'innovation qui exigent le partage des données. Le projet de recherche se termine en 2021. Les partenaires négocient actuellement la reprise des résultats du projet par une organisation agricole.

MULTIPASS est financé par le compte d'affectation spéciale du développement agricole et rural du ministère de l'agriculture et par ses partenaires (Arvalis, Acta, FIEA, Idele, Inrae, Orange et Smag).



ARVALIS
Institut du végétal

3, rue Joseph et Marie Hackin - 75116 Paris
Tél. : 01 44 31 10 00 - Fax : 01 44 31 10 10
www.arvalisinstitutduvegetal.fr