



Bilan final 2012-2017 et projet d'InnoPlant²

Unité Mixte Technologique (UMT) INNOPLANT :

« Plant de pomme de terre et innovations en matière de qualité sanitaire et de résistance variétale aux bioagresseurs, en lien avec la compétitivité de la production »



 FÉDÉRATION NATIONALE DES PRODUCTEURS DE PLANTS DE POMME DE TERRE	 COMITÉ NORD/SIPRE BRETAGNE PLANTS / BRETAGNE-PLANTS INNOVATION COMITÉ CENTRE-ET-SUD / GROCEP	 SCIENCE & IMPACT	 INRA UMR 1349 GÉNÉTIQUE, ENVIRONNEMENT ET PROTECTION DES PLANTES
Fédération Nationale des Producteurs de Plant de Pomme de Terre (FN3PT/RD3PT) et ses Organisations régionales de Producteurs de plants : Comité Nord/SIPRE, Bretagne Plants / Bretagne-Plants Innovation, Comité Centre-et-Sud / Grocep Siège : 43-45, rue de Naples - 75008 Paris Tél : 01 44 69 42 60 - Télécopie : 01 44 69 42 61 Institut Technique Agricole « Plants de pomme de terre » www.plantdepommedeterre.org		INRA - UMR 1349 IGEPP (Institut de Génétique, Environnement et Protection des Plantes) INRA/ Agrocampus Ouest/ Université de Rennes Centre de Rennes / Domaine de la Motte BP 35327 F35653 Le Rheu Tel: 02 23 48 51 82 Fax: 02 23 48 51 80; Centre de Ploudaniel : Keraiber F-29260 Ploudaniel, Tel: 02 29 62 63 10 / Fax 02 29 62 63 30 Site web : http://www.rennes.inra.fr/igep	

Partenaires associés



ACVNPT
Association de Créateurs de Variétés Nouvelles de Pommes de Terre

UMT labellisée par le Ministère de l'agriculture et rattachée au réseau ACTA
Site internet : www.umt-innoplant.fr



Mai 2017

Sommaire

1. Résumé	3
2. Bilan UMT INNOPLANT 2012-2017	4
2.1. Objectifs initiaux	
2.2. Structuration du programme de travail	
2.3. Fonctionnement et animation du partenariat	
2.4. Résultats et productions de l'UMT	
2.5. Bilan général	
3. Projet INNOPLANT² 2018-2022	20
3.1. Objectifs	
Attentes des partenaires	
Identification de nouvelles questions de recherche	
3.2. Programme de travail	
3.3. Moyens et calendrier	
3.4. Conclusion	

ANNEXES :

- Fiche de présentation de l'UMT
- Personnel impliqué
- Tableau d'avancement des livrables
- Liste de projets
- Liste de publications
- Autres actions de communication : site internet, Carrefour, fiches

Le dossier comprend aussi le projet de convention de partenariat FN3PT-INRA et une note des partenaires

1. Résumé

L'Unité Mixte Technologique **InnoPlant**, agréée par la DGER en 2012 et rattachée au réseau ACTA, est née de la volonté de la Fédération Nationale des Producteurs de Plants de Pomme de Terre (FN3PT) et de l'Institut National de la Recherche Agronomique (INRA/IGEPP) de renforcer leurs collaborations de recherche au service de l'innovation et de la compétitivité de la filière française du plant de pomme de terre. Associant également le GNIS (Groupement National Interprofessionnel des Semences et plants) et l'ACVNPT (Association de Créateurs de Variétés Nouvelles de Pomme de Terre) pour certaines actions, l'UMT InnoPlant a été construite autour d'un programme de travail associant recherche, développement, prospective et transfert autour d'enjeux importants pour la filière et la recherche comme la qualité sanitaire, la résistance variétale aux bioagresseurs et les itinéraires intégrés de production de plant.

Ce document présente d'abord le **bilan des travaux conduits par la période 2012-2017**, en rappelant les objectifs initiaux et l'organisation mise en place puis en présentant les principales avancées et la valeur ajoutée apportée par ce partenariat qui a permis d'amplifier l'effort de recherche et de transfert, d'obtenir diverses avancées scientifiques partagées, de développer différentes innovations, de renforcer les approches transversales et prospectives ainsi que de prendre en compte l'impact des recherches et de renforcer la notoriété des travaux au travers d'initiatives comme la mise en place d'un site internet et l'organisation de Carrefours Recherche en 2014 et 2016.

Sur la base de ce bilan très largement positif, l'ensemble des partenaires a souhaité poursuivre la dynamique impulsée par la création de l'UMT InnoPlant au travers d'un **nouveau projet d'UMT - InnoPlant²** qui est présenté dans la deuxième partie du document. Celui-ci indique d'abord les objectifs généraux du nouveau programme de travail établi à partir des enseignements tirés de cette première expérience et les nouveaux défis et questions de recherche qui ont conduit à la définition des nouveaux axes de travail :

- L'évaluation et la gestion des risques sanitaires pour les plants de pomme de terre,
- la génétique et l'innovation variétale en pomme de terre,
- les nouveaux besoins et les innovations dans les systèmes de culture pour limiter le recours aux intrants,
- le numérique et les nouveaux outils de pilotage des cultures,
- Le transfert, la valorisation, l'animation et la formation.

Ce programme InnoPlant2 a été construit avec une approche plus collaborative et concertée entre la FN3PT et l'INRA avec l'accent porté sur des actions communes. Il intègre aussi de nouvelles compétences en interne, les partenaires associés précédents (GNIS et ACVNPT) ainsi que de nouveaux partenariats pour aborder de nouvelles thématiques comme le numérique (SI-FN, MISTEA), les nouvelles technologies (IJPB), l'agriculture biologique (ITAB) et renforcer les actions de transfert et de formation, auprès des acteurs de la filière et de son aval ainsi que de l'enseignement (Agrocampus), le tout en cohérence avec le contrat d'objectifs du réseau ACTA.

Les partenaires souhaitent donc approfondir leur collaboration au travers de ce nouveau projet d'UMT InnoPlant2 déposé dans le cadre de l'appel à propositions d'unités mixtes technologiques pour l'année 2017, en espérant vivement qu'il recevra un avis favorable et pourra être labellisé dans les meilleurs délais pour renforcer l'innovation et la compétitivité du plant français de pomme de terre.

2. BILAN UMT INNOPLANT 2012-2017

2.1. Objectifs initiaux

Éléments de contexte

Le marché européen des plants de pomme de terre est dominé d'un point de vue commercial par les néerlandais, qui commercialisent non seulement les plants produits sur le territoire national, mais aussi des productions produites ailleurs dans l'UE, importées puis réexportées. Les parts de marché du plant français augmentent régulièrement, en particulier du fait d'une qualité sanitaire élevée, mais restent très minoritaires dans la balance commerciale européenne de la filière (bien que 2^e exportateur mondial de plant de pomme de terre, avec 162 877 tonnes exportées en 2015/16 contre 85 000 tonnes au début des années 80, la France ne représente ainsi que 10% du commerce mondial des plants et 11% des exportations européennes contre respectivement 57 et 64% pour les Pays-Bas). La compétitivité néerlandaise s'appuie *a priori* sur deux leviers principaux : une force de frappe commerciale indiscutable associée à une très bonne communication et à une organisation forte de la filière, et un flux abondant de variétés nouvelles (obtentions Agrico, HZPC..). Elle bénéficie également de l'image de marque de Wageningen UR (University & Research Centre) en termes de recherche.

Par comparaison, les structures françaises de création variétale et de commercialisation restent de taille modeste, mais la filière est très organisée. Elle s'appuie sur un effort important de R&D, en particulier en lien avec l'INRA dans des partenariats de longue durée matérialisés par des conventions bilatérales de recherche et plus récemment par un accord cadre. Ceci permet l'inscription régulière de variétés innovantes, en particulier pour des traits de résistance nouveaux aux principaux bioagresseurs combinés à une valeur agronomique satisfaisante. Par ailleurs, le statut sanitaire du territoire reste excellent grâce à une synergie entre la FN3PT/OP et les services officiels du Ministère de l'Agriculture.

La production de plant de pomme de terre est actuellement confrontée à une évolution très rapide de ses débouchés (gains de part de marchés à l'export vers de nouveaux pays – moyen Orient, Europe de l'Est ; segmentation croissante des marchés aval par type d'utilisation, qui favorise le renouvellement variétal et la diffusion de variétés nouvelles protégées), mais aussi de ses conditions de production (plan ECOPHYTO 2018; émergences de parasites menaçants –*Dickeya solani*, *Meloidogyne* spp., etc... ; spécialisation des exploitations et diminution du nombre de producteurs). Ces changements de l'environnement biologique, économique et réglementaire de la filière induisent un questionnement global sur sa compétitivité actuelle et future, et sur les moyens de la renforcer.

L'UMT INNOPLANT fondée entre la FN3PT et l'INRA, centrée sur l'UMR IGEPP de Rennes, associe par le biais de conventionnement le GNIS (Groupement National Interprofessionnel des Semences et Plants) et l'ACVNPT (Association des Créateurs de Variétés Nouvelles de Pomme de Terre). Cette UMT vise à capitaliser sur les liens étroits associant l'INRA à la filière professionnelle plant de pomme de terre pour d'une part amplifier l'effort de recherche et de transfert sur les facteurs clés de la compétitivité de cette filière, mais aussi pour explorer quelques pistes innovantes de rupture permettant de la renforcer à l'avenir. L'ambition de cette UMT est de proposer une approche complète, biotechnique mais aussi socio-économique, de la compétitivité de la filière plant de pomme de terre, dépassant les projets de recherche plus ponctuels couverts par les conventions bilatérales. C'est pourquoi l'UMT inclut comme partenaires privilégiés les acteurs de la création variétale et de la production de plant en France, et associe dans son périmètre des spécialistes de la plante elle-même, de son cortège de bioagresseurs, mais aussi de l'économie de la production et de l'innovation. Sans équivalent actuel en Europe dans sa constitution et ses objectifs, cette UMT veut devenir une structure de référence dans son domaine. Elle fonde cette ambition sur un programme de travail associant recherche, développement, prospective et transfert et couvrant les principaux enjeux sous-tendant la compétitivité de la filière concernée.

Objectifs généraux de l'UMT

L'UMT envisagée recouvre différents objectifs généraux :

- co-construction d'innovations en matière de qualité sanitaire des plants de pomme de terre et de variétés résistantes aux bioagresseurs participant à la compétitivité de la filière plant;
- renforcement des relations entre les acteurs de la recherche (INRA) et du développement (FN3PT), en relation avec l'interprofession (GNIS) et les obtenteurs (ACVNPT), afin de mieux conduire ensemble des actions d'acquisitions de connaissance et de production d'innovations ;
- concilier les problématiques issues de la production et leur traduction en questions de recherche pour développer des innovations renforçant la qualité sanitaire des plants et des territoires de production, la résistance variétale aux bioagresseurs ou l'utilisation des ressources génétiques, en cherchant à développer une approche intégrative pour les insérer dans des systèmes de production intégrée de plant de pomme de terre ;
- amélioration des connaissances sur les facteurs de compétitivité économique et technique de la filière plant de pomme de terre ;
- constitution sur le centre de Rennes-Ploudaniel d'un pôle identifié d'acquisition et de diffusion d'informations et connaissances scientifiques sur les problématiques d'intérêt général du secteur plant de pomme de terre.

2.2. Structuration du programme de travail

Le programme de travail de l'UMT a été construit selon quatre axes, chacun comportant un ou plusieurs groupes d'activités (WP) et répondant à un enjeu majeur. Chaque WP est lui-même subdivisé en plusieurs actions, débouchant chacune sur des productions attendues.

Axe 1 : Maintenir, voire renforcer, la qualité sanitaire du plant et des territoires de production

Un atout essentiel pour la compétitivité de la filière plant française est la qualité sanitaire reconnue du produit et du territoire de production. Cet argument est crucial dans les récents gains de parts de marché du plant français, alors même que les effets conjugués du changement global, des échanges commerciaux accrus et des modifications du cadre réglementaire relatif à l'utilisation des pesticides amènent à un risque accru d'émergences ou ré-émergences d'espèces, souches ou populations de parasites majeurs de la pomme de terre. Le maintien ou le renforcement de ce statut phytosanitaire privilégié fait donc l'objet du premier axe de travail de l'UMT. Ce travail sera renforcé du fait de la convention FN3PT avec le GNIS en vue de la certification des semences.

WP1 : renforcer le statut sanitaire des plants et territoires de production

Cette partie du programme de travail vise à maîtriser deux types de risques : 1) prévenir l'introduction ou le développement de nouveaux bioagresseurs (ou complexes de bioagresseurs), et 2) voir évoluer des parasites 'classiques', déjà présents sur le territoire ou contre lesquels la lutte est obligatoire (espèces réglementées de quarantaine), vers des variants difficilement contrôlables par les outils actuels. Ces risques sont importants, mais leur maîtrise offre aussi une opportunité de renforcer l'atout principal du plant français, sa qualité sanitaire. C'est pourquoi, il a été proposé de mener dans cette tâche trois grands types d'actions thématiques :

- 1- Développer et renforcer des outils d'identification et de caractérisation des parasites majeurs du plant de pomme de terre,
- 2- Evaluer, adapter, développer, des outils de détection dans différentes matrices,
- 3- Suivre l'évolution des propriétés biologiques des populations parasites (Epidémiologie) présentes ou potentiellement émergentes.

Axe 2 : Développer des leviers de gestion adaptés à des systèmes de production à bas niveau d'intrants phytosanitaires

Dans le contexte de restriction croissante du recours aux intrants phytosanitaires (Ecophyto 2018, Directive Utilisation durable des pesticides) et devant la nécessité du développement des méthodes de lutte alternatives ou complémentaires, il est important de développer des leviers de gestions 'non

chimiques'. Ces leviers comme la résistance variétale, l'utilisation de ressources génétiques adaptées et la prophylaxie (gestion des résidus et de l'interculture pour la réduction d'inoculum) nécessitent d'être combinés dans des itinéraires techniques de production performants, pour maîtriser la pression parasitaire et préserver la qualité sanitaire des plants. Ce facteur est en effet essentiel pour la filière plants de pomme de terre qui a de fortes exigences de qualité. Il est également requis pour conforter la durabilité de la production.

) **WP2 : la résistance génétique multi-bioagresseurs comme critère de différenciation dans la gamme variétale.**

Le programme de l'UMT dans ce domaine consiste à renforcer les programmes initiés sur la résistance génétique vis-à-vis de bioagresseurs majeurs de la pomme de terre : étude et identification de marqueurs liés à cette la résistance, combinaison de résistances dans le matériel végétal utilisé dans les schémas de croisement et amélioration des connaissances sur les types de résistance impliquée.

Afin d'assurer la durabilité des résistances étudiées, les partenaires privilégiés (INRA et obtenteurs) étudient aussi le mode de distribution et d'exploitation des géniteurs résistants pour maximiser leur diversité dans le matériel cultivé.

Cette tâche s'articule autour des trois actions thématiques suivantes :

1. *Caractérisation plus précise d'un locus de résistance (Mh) et test de marqueurs proches dans différents fonds génétiques 4x*
2. *Caractérisation de géniteurs multi-résistants vis-à-vis de divers bioagresseurs*
3. *Evaluation et caractérisation du spectre et du déterminisme de résistances nouvelles*

) **WP3 : exploiter et structurer les ressources génétiques**

Cette tâche s'articule autour des trois actions thématiques suivantes :

1. *Etudier différentes technologies de génotypage SNP sur pomme de terre*
2. *Positionner la diversité génétique des collections de géniteurs de l'Inra et des obtenteurs d'un point de vue moléculaire et phénotypique*
3. *Développer des méthodes de cryoconservation de la pomme de terre pour la conservation à long terme des collections*

WP4 : Identification et évaluation d'autres leviers limitant le recours aux pesticides

Dans le contexte décrit plus haut de restriction du recours aux intrants phytosanitaires et d'exigences rigoureuses de qualité, il est important - à côté de travaux sur la résistance génétique et la qualité sanitaire des semences et plant - d'orienter la recherche vers des méthodes alternatives de culture et une production intégrée afin d'atteindre ces objectifs de réduction de l'utilisation des pesticides et d'étudier l'apport de ces innovations dans la conception et la mise en place d'itinéraires intégrés de production de plant de pomme de terre.

Deux actions thématiques ont été prévues dans ce domaine :

1. *Suivi de l'évolution des pratiques culturales en plant de pomme de terre*
2. *Identification et évaluation de techniques de protection intégrée en production de plant*

) **WP5 : Conception et évaluation d'itinéraires intégrés de production de plant**

Le dernier volet de cet axe consiste à proposer des scénarii de systèmes de production de plant économes en intrants en associant les avancées de la recherche en matière de connaissance des bioagresseurs, résistance variétale, outils de prévisions de risques, techniques de production permettant de limiter la pression parasitaire et d'améliorer sa gestion, choix de stratégies de protection efficaces à moindre impact environnemental,

> WP 6 : étude prospective sur filière (socio-éco)

Une originalité de l'UMT est de prendre aussi en compte les impacts des innovations et les facteurs d'évolution sur la compétitivité économique de la filière plant. Différentes pistes de recherche ont été identifiées lors de la constitution du projet d'UMT et devront être précisées ultérieurement entre chercheurs et représentants de la filière, avec notamment deux actions prévues dans ce domaine :

1. *Etude comparative des facteurs de compétitivité au niveau des exploitations de plant de pomme de terre et en lien avec divers pays européens*
2. *Identification des facteurs clés de compétitivité à moyen terme du plant français en France et à l'exportation, prospective et scénarii d'évolution*

Axe 4 : Renforcer la visibilité de la filière et des travaux**) WP7 : transfert et communication**

Le dernier axe de travail de l'UMT consiste à améliorer la diffusion des travaux et la visibilité du partenariat de recherche entre l'INRA et la FN3PT, autour des thématiques fortes de la filière plant de pomme de terre (qualité sanitaire des plants et territoires, innovation variétale et durabilité des résistances, compétitivité). Les actions visent à renforcer le transfert des avancées de la recherche à l'intérieur de la filière plant (laboratoires de contrôle, stations de création variétale, producteurs,..) mais aussi à développer au-delà la visibilité des travaux en priorité dans le réseau national et international des équipes de recherche et des instituts agricoles mais aussi pour améliorer la notoriété du plant français auprès des chercheurs, officiels et commerciaux de pays destinataires.

Cette tâche s'articule autour des trois types d'actions:

1. *Formations et transfert des techniques aux laboratoires de contrôle et aux sélectionneurs*
2. *Organisation de réunions de restitution de résultats dont un carrefour plant de pomme de terre sur les travaux de recherche issus de ce partenariat*
3. *Diffusion de communications scientifique et technique, articles communs, plaquette de présentation de l'UMT, site internet*

4- Atouts et plus-values attendues de l'UMT

L'UMT dispose de différents atouts par rapport à ses objectifs généraux qui sont de renforcer les collaborations entre les équipes de la FN3PT et de l'INRA, de favoriser l'émergence de projets partagés, d'assurer le transfert des acquis de la recherche et d'accroître la visibilité de ces recherches.

Les forces du dispositif de recherche et développement sur lequel s'appuie ce projet d'UMT résident principalement dans :

-) Un historique de travail en commun entre les partenaires, et reposant sur l'insertion dans les équipes de recherche INRA de personnels mis à disposition par la FN3PT et ponctuellement le GNIS ;
-) Une compétence reconnue dans des domaines clés partagés : détection des agents pathogènes (développement de sérums, outils moléculaires etc...), épidémiologie des parasites (y compris émergents), résistance génétique ;
-) La capacité à traiter simultanément de l'ensemble des parasites majeurs de la pomme de terre et les méthodes de lutte
-) Une interface recherche-transfert effective (diffusion des outils, formations...);
-) Une implication traditionnelle des obtenteurs français dans la valorisation des travaux de recherche d'amont en matière de génétique et de résistance aux bioagresseurs, confortée par un accord de collaboration entre l'INRA et l'ACVNPT ;

Ce projet ambitieux d'UMT doit apporter une plus-value pour renforcer la coordination et l'efficacité des travaux de recherche conduits entre l'INRA et la FN3PT sur la qualité sanitaire des plants de pomme de terre et la résistance génétique aux bioagresseurs afin de conforter la compétitivité de la filière française de plant de pomme de terre :

- Constitution d'une équipe identifiée associant des compétences diversifiées de la recherche et de la profession sur le cortège parasitaire des cultures de plant de pomme de terre et de sa génétique sur le site de Rennes-Ploudaniel,
- Transversalité des approches face à la multiplicité des bioagresseurs, tant en matière de développement d'outils de caractérisation, détection et quantification des bioagresseurs que dans la conception et l'évaluation des stratégies de production de plant associant résistance génétique et itinéraires de production intégrée,
- Prise en compte de thématiques non strictement phytosanitaires, en particulier les perspectives socio-économiques qui n'étaient pas abordées jusqu'alors dans le cadre du partenariat INRA-filière plant mais que le projet visera à développer progressivement.

Enfin, la labellisation UMT vise aussi à accroître la visibilité des travaux et équipes de recherche et faciliter l'établissement de nouvelles collaborations avec d'autres équipes en France ou à l'étranger

2.3. Fonctionnement et animation du partenariat

○ Conventions

L'UMT INNOPLANT a été agréée par la DGER en mars 2012, pour une durée de cinq ans. La convention entre la FN3PT et l'INRA a été signée à l'automne 2012, et la convention entre l'ACTA et la FN3PT, porteuse du projet, signée en janvier 2013, a été renouvelée par avenant annuel.

○ Gouvernance et animation

- Les structures de gouvernance ont été mises en place (Bureau, Comité consultatif) et une réunion de lancement interne, regroupant l'ensemble des membres de l'UMT, a été organisée en Juillet 2012. Les structures de décision de chaque partenaire de l'UMT ont été consultées pour les nouveaux projets et leur implication respective dans les travaux.
- Le **comité de pilotage de l'UMT, à rôle consultatif**, constitué de représentants des partenaires fondateurs (FN3PT, INRA) et associés (GNIS et ACVNPT) de l'UMT, des animateurs et de chercheurs impliqués dans l'UMT, ainsi que d'experts extérieurs et de partenaires de la filière (Ansès, Arvalis, France Obtention) s'est réuni chaque année entre 2012 et 2016 pour : i) examiner le bilan annuel des activités de l'UMT, ii) faire des propositions sur les axes de travail à privilégier pour l'année suivante, et iii) donner un avis sur la mise en œuvre des orientations.



Réunion annuelle de l'UMT InnoPlant (Rennes, 5 septembre 2013)

- **Réunions thématiques / Réunions de travail internes à l'UMT** : l'animation interne a aussi porté sur la mise en place de **groupes de travail** sur la communication (site internet, organisation des carrefours 2014 et 2016) afin de mieux faire connaître l'UMT mais aussi sur la préparation de projets de recherche permettant de mobiliser les moyens nécessaires à la réalisation du programme de travail de l'UMT, comme par exemple le projet **Nematools** porté par l'UMT InnoPlant lauréat de l'appel à projets recherche technologique 2014 (cf. annexe 4).
- En cohérence avec la vocation de l'UMT InnoPlant de rapprocher les acteurs de la recherche et de la filière, l'organisation de deux **Carrefours de la recherche plant de pomme de terre** en mai 2014 et novembre 2016 aura permis de présenter différentes avancées des travaux issus de ce partenariat, en y associant d'autres acteurs de l'aval ou d'autres filières pour partager des réflexions sur les enjeux d'avenir.



Carrefour Recherche plant pomme de terre organisé par l'UMT InnoPlant (Paris, mai 2014 et novembre 2016)

Enfin, le **bureau de l'UMT**, composé d'Yves Le Hingrat pour la FN3PT et de Marie-Claire Kerlan et Didier Andrivon pour l'INRA, s'est réuni régulièrement par visioconférence ou réunion physique, pour traiter les différentes questions relatives à l'animation et au suivi des actions de l'UMT. Chaque réunion a fait l'objet d'un compte-rendu et relevé de décisions.

2.4. Résultats et productions de l'UMT (par type de livrables et par action)

Les principaux résultats marquants de l'UMT InnoPlant obtenus au cours de la période 2012-2017, sont présentés succinctement ici. Ils sont détaillés dans les bilans annuels ainsi que sur le site internet www.ugt-innoplant.fr et dans les publications citées en annexe.

AXE 1 - Maintenir, voire renforcer, la qualité sanitaire du plant et des territoires de production

Cette partie du programme vise à prévenir l'introduction ou le développement de nouveaux bioagresseurs en développant des outils de détection et caractérisation ainsi qu'en étudiant l'évolution du cortège parasitaire et en particulier des parasites émergents.

Action 1.1 : Développer et renforcer des outils d'identification et de caractérisation des parasites majeurs du plant de pomme de terre

On peut citer les avancées suivantes dans le développement de tels outils :

- **Concernant le virus Y** de la pomme de terre (PVY) : sur le plan sérologique, la poursuite de la caractérisation d'une banque de 70 anticorps monoclonaux en les criblant sur une large collection d'isolats PVY européens et non européens. Ces travaux ont montré une très large diversité sérologique du virus Y et permettent de définir des combinaisons d'anticorps monoclonaux en fonction de l'objectif de recherche ou de certification (Glais, 2013 ; Guillet et al, 2013). Sur le plan moléculaire, l'implication du déterminant moléculaire viral identifié comme étant impliqué dans l'expression de la nécrose sur tubercules de pomme de terre (PTNRD) a été validée sur une gamme plus large de variétés sensibles à cette maladie. Ces avancées ont fait l'objet de plusieurs communications citées en annexe (Faurez et al., 2013).

- Concernant les **bactérioses**, il faut signaler différents développements méthodologiques et l'évaluation d'outils : comparaison d'outils pour la détection d'infections latentes par les bactéries pectinolytiques par des outils moléculaires de type PCR conventionnelle et PCR en temps réel (Hélias et al. 2015) ; évaluation des performances de divers outils de détection des bactéries de quarantaine, *Ralstonia solanacearum* et *Clavibacter michiganensis subsp. sepedonicus* (Le Roux et al, 2012); caractérisation des bactéries pectinolytiques qui a débouché sur la mise au point d'un outil CAPS développé à Rennes pour identifier les espèces et taxons bactériens *Dickeya dianthicola* et *D. solani* ; caractérisation moléculaire et phénotypique des souches de *Ralstonia solanacearum* en collection.
- **Concernant les champignons**, un outil a été mis au point pour l'identification des isolats de divers groupes d'anastomose de *Rhizoctonia solani*, après comparaison des performances de différents outils mis au point à l'étranger sur des isolats français. Par ailleurs, afin d'améliorer le diagnostic visuel des altérations superficielles, un site web a été élaboré, fruit de collaborations en France - entre le GNIS, l'INRA, Germicopa, la FN3PT et Arvalis - et à l'étranger (SRUC, Ecosse). Il permet de faire un état des connaissances sur le diagnostic des altérations superficielles des tubercules, de pointer les risques de confusion entre symptômes, de formaliser les moyens disponibles pour confirmer le diagnostic et de montrer les symptômes dont l'origine n'est pas encore déterminée. Ce site web évolutif a été présenté à la conférence EAPR (Bouчек et al, 2014) la version anglaise a été mise en ligne en juillet 2014 (www.potato-tuber-blemishes.com) et la version française en juin 2016.
- **Concernant les nématodes**: on peut signaler le lancement en octobre 2014 pour une durée de 3 ans ½ du projet CASDAR NEMATOOLS "Développement d'outils pour la maîtrise durable du risque nématodes en plant de pomme de terre et cultures en rotation" associant la FN3PT, l'INRA et l'ANSES. Ce projet se focalise sur les nématodes à galle (*Meloidogyne* spp.) et à kyste (*Globodera* spp.), qui constituent des menaces importantes pour les cultures, en particulier de pomme de terre. Porté par l'UMT InnoPlant, il vise plusieurs objectifs : (1) développer de nouveaux outils de détection et quantification de ces nématodes, adaptés aux matrices complexes, (2) étudier la diversité des populations européennes de *M. chitwoodi* et *M. fallax*, (3) mieux évaluer les risques de dissémination des nématodes liés aux process agricoles et industriels, (4) évaluer l'efficacité de modes de traitements afin de diffuser ensuite des guides de bonnes pratiques, en particulier dans la gestion des effluents, (5) évaluer de nouvelles stratégies de lutte, incluant la résistance des plantes, l'effet de pratiques culturales ou d'autres solutions alternatives visant à réduire les populations de ces nématodes dans les parcelles.

Action 1.2 : Evaluer, adapter, développer des outils de détection dans différentes matrices

L'application des outils de détection de bioagresseurs dans des matrices complexes comme les sols ou le matériel végétal (feuilles, tubercules) constitue un enjeu important des travaux de l'UMT INNOPLANT, pour lequel on peut souligner les avancées suivantes :

Développement d'un outil moléculaire pour la détection du PVY à partir d'extraits de tubercules

Le projet « Validation et transfert d'outils de détection des isolats PVYN sur extraits tuberculaires » a permis de comparer en 2012 plusieurs méthodes de détection du virus, en testant le seuil de détection de différentes techniques (ELISA, IC-RT-PCR, RT-PCR, PCR en temps réel, SNaPshot) à partir de tubercules issus de plantes infectées mécaniquement en conditions contrôlées, à quatre stades physiologiques différents. Quel que soit l'âge du tubercule, la technique PCR temps réel a été la seule à avoir permis de détecter 100% des tubercules infectés (Faurez et al, 2013).

Le développement d'un outil de détection du virus Y par PCRq sur extraits de tubercules de pomme de terre a porté ensuite sur l'optimisation des techniques d'extraction et l'étude de la fiabilité de diagnostic sur tubercules naturellement infectés par cet outil PCR temps réel. Les travaux ont permis une simplification de la méthodologie, la définition d'un niveau de groupage des échantillons tout en garantissant un haut niveau de fiabilité de la détection du PVY et la validation de l'outil sur des

tubercules provenant du champ. Ces avancées ont permis le transfert méthodologique vers les laboratoires chargés de la certification avec des résultats encourageants (Boulard et Glais, 2015). Cet outil de détection par PCRq du virus Y dans les tubercules a été amélioré en 2016 avec l'ajout de 2 cibles supplémentaires (virus de l'enroulement et témoin interne d'extraction). Il a été aussi nominé au concours ITA'INNOV 2017.

▪ **Détection des bactéries dans des matrices complexes :**

Etude des critères de performance d'outils PCR en temps réel et de réactifs critiques pour la détection des bactéries *Ralstonia solanacearum* et *Clavibacter michiganensis sepedonicus*.

▪ **Détection des nématodes à galles (Meloïdogyne) dans les plantes et autres matrices** (volet du projet Nematools). Les travaux sont en cours pour étudier la variabilité génétique des nématodes *M. chitwoodi* et *M. fallax* à partir du développement de marqueurs microsatellites, constituer une collection de populations d'origine géographique et de plantes hôtes différentes pour couvrir au mieux la variabilité intraspécifique et développer un outil moléculaire de PCR temps réel, permettant la détection de ces nématodes dans des matrices aussi variées que les tubercules de pomme de terre, le sol et les effluents.

Action 1.3 : Suivre l'évolution des propriétés biologiques des populations parasites (Epidémiologie) présentes ou potentiellement émergentes

▪ **Epidémiologie-surveillance des parasites présents**

L'évolution des souches **bactériennes des genres *Pectobacterium* et *Dickeya*** constitue un enjeu important, tant au niveau scientifique avec l'émergence de nouveaux taxons/espèces qu'en terme de répercussions technico-économiques pour la filière. Une prospection annuelle a donc été réalisée pour faire un inventaire des principales souches présentes dans les cultures de pomme de terre (plant) en caractérisant le cortège bactérien associé (*Pectobacterium* and *Dickeya*), qui a fait l'objet de plusieurs communications (Hélias, 2012a, Hélias *et al.*, 2014). Plusieurs souches issues de cette collection sont devenues des références internationales au travers leur dépôt dans la collection CIRM-CFBP.

Concernant le **mildiou (*Phytophthora infestans*)**, les résultats ont été obtenus hors cadre de l'UMT, via l'implication de l'INRA et de l'ACVNPT dans différents projets. Le typage comparé de souches algériennes et françaises (projet PoH-MED) a révélé l'existence de clones communs aux deux populations (13_A2 en particulier) mais aussi d'isolats spécifiques à l'une ou l'autre d'entre elles (Corbière *et al.*, 2015). Par ailleurs, des tests en conditions contrôlées (projets PoH-MED et CLIF, thèse ACVNPT de N. Mariette, stage M2 de A. Androdias) ont permis de montrer une adaptation différentielle à la température, en particulier aux extrêmes de la gamme d'activité biologique du parasite (10 et 26 °C) selon les clones de *P. infestans*; cette adaptation pourrait expliquer, au moins en partie, la répartition géographique de certains clones à l'échelle du continent européen (Huber *et al.*, 2015 et Mariette *et al.*, 2015).

Enfin, une caractérisation a été effectuée dans le cadre du projet PoH-MED sur les populations de ***Rhizoctonia solani*** (K.Bouček : rapport final du projet) collectées en France et en Algérie et appartenant à différents groupes d'anastomose pour leur comportement sur diverses plantes de la rotation (pomme de terre, haricot, blé, maïs, betterave, colza, avoine). L'ensemble des souches collectées en Algérie appartenait au groupe AG3-PT, également fortement majoritaire en France. La caractérisation biologique de ces isolats n'a pas révélé d'adaptation particulière des souches algériennes à des températures élevées par rapport aux souches françaises.

▪ **Biovigilance sur les parasites émergents de la pomme de terre**

- une **veille et une information** sur les pathogènes émergents ont été réalisés par plusieurs membres de l'UMT. On peut citer l'actualisation des fiches pratiques pour le personnel de terrain et la formation assurée dans ce domaine par la FN3PT lors des Journées nationales d'Orléans (Le Roux et Glais, 2014)

ainsi que l'intervention de l'ANSES sur les risques émergents lors du Carrefour Recherche organisé en 2014 (Rulliat, 2014). Des formations et réunions d'informations (inspecteurs terrain, personnel des laboratoires plant, producteurs) ont également été réalisées ainsi que des analyses pour s'assurer de l'absence de certains risques sanitaires, comme les pospiviroïdes.

- contribution au projet **CaLiso** "Détection et épidémiologie de *Candidatus Liberibacter solanacearum*, bactérie transmissible à la semence et responsable de désordres végétatifs sur apiacées et solanacées" associant l'ANSES (porteur), la FNAMS, la FN3PT, le CTIFL, l'INRA et l'UFS et retenu dans le cadre de l'appel à projets Semences et sélection végétale 2015. Ce projet soutenu par InnoPlant prévoit des actions de recherche et de prévention sur la bactérie *CLso* responsable de la maladie du Zebra Chip sur pomme de terre et sur les psylles vecteurs.

- **biovigilance** sur les évolutions de souches bactériennes des genres *Pectobacterium* et *Dickeya* avec des activités de recherche et de communication ('*Dickeya solani*' : *Emergence d'un nouvel agent bactérien responsable de pourritures molles et de jambe noire en culture de pomme de terre* ; Hélias, 2012), mais aussi de formation et d'expertise.

- développement d'une **application électronique DiagPOT** sur les maladies et ravageurs de la pomme de terre en collaboration entre l'INRA de Bordeaux, la FN3PT, Arvalis et le GNIS avec la contribution d'acteurs de l'UMT InnoPlant et de la filière (lancement de la version pilote prévue en 2017).

Axe 2 : Innovation variétale et autres leviers de gestion adaptés à des systèmes de production à bas niveau d'intrants phytosanitaires

WP2 : La résistance génétique multi-bioagresseurs comme critère de différenciation variétale

Action 2.2 : caractérisation de géniteurs multi-résistants (Globodera pallida, virus Y et mildiou)

Cette action visait à caractériser d'un point de vue moléculaire et/ou phénotypique de géniteurs qui cumulent des résistances à différents stress biotiques (PVY, Mildiou et/ou *G. Pallida*).

Le matériel portant le gène *Ry* conférant l'immunité au virus Y provenant de la source *S. stoloniferum* a été génotypé à l'aide du marqueur GP122₅₆₄/EcoRV tel que décrit dans le rapport final du contrat de branche « Intérêts et limites de la sélection assistée par marqueurs chez la pomme de terre » (Kerlan et al, 2015 contrat branche ref 05-03-PdTerre). Puis, l'absence du virus a été contrôlée par tests sérologiques (test Elisa) après inoculation par greffage d'un greffon porteur du virus Y (variété Bintje naturellement infestée par le virus). La concordance des résultats de génotypage et phénotypage (absence de particules virales) est tout à fait acceptable puisque seulement 2.8 % du matériel mériterait d'être repris pour confirmer ou infirmer les différences entre le génotypage et le phénotypage.

Concernant la résistance à *G. pallida*, la présence des 2 QTL *GpaV_{spl}* et *GpaXI_{spl}* identifiés chez la source *S. sparsipilum* a été contrôlée à l'aide de marqueurs développés par l'INRA et mis à disposition de l'ACVNPT en 2009 et en 2012, la présence du QTL *GpaV_{vrn}* provenant de la source *S. vernei* est contrôlée à l'aide des marqueurs HC (Sattarzadech *et al*, 2006) et spud1636 (Bryan *et al*, 2002).

Le comportement des clones vis-à-vis du mildiou du feuillage est évalué en condition d'infestation naturelle sur le site de Ploudaniel.

Les premiers résultats, obtenus à partir de 386 clones analysés, ont permis d'identifier quarante-huit clones cumulant la résistance aux trois bioagresseurs.

Action 2.3 – Evaluer et caractériser le spectre et le déterminisme de résistances nouvelles

1 - Caractérisation de géniteurs résistants aux bactéries pectinolytiques

Les travaux ont permis de développer une méthodologie de phénotypage et de l'utiliser pour évaluer le comportement de génotypes de pomme de terre face à un ensemble de bactéries pectinolytiques

En 2014, nous avons multiplié sur le site de Ploudaniel, 24 hybrides proposés à l'ACVNPT et évalués résistants à "*Erwinia carotovora*" (symptômes pourriture molle et/ou jambe noire, tests réalisés entre

1995 et 2000 par C. Pasco). Ces hybrides avaient été choisis sur la base de l'origine de la source de résistance (*S. brevidens*, *S. andigena* et *S. etuberosum*). A l'automne 2014, les tubercules ont été testés pour leur résistance vis à vis de la pourriture molle sur tubercule au Rheu par la FN3PT/RD3PT. Les tests ont été réalisés avec une souche de chacune des 3 espèces bactériennes *Pectobacterium atrosepticum*, *Dickeya solani* et *P. parmentieri*. Les premiers résultats ont été prometteurs puisque 19 clones se sont montrés intéressants pour au moins une des 3 espèces bactériennes. Parmi les 19 clones, treize clones se sont également bien comportés vis à vis de deux, ou de 3 espèces bactériennes.

Les tests d'inoculation sur tubercules ont ensuite été reconduits et élargis à trois autres espèces (*P. carotovorum* subsp *brasiliense*, *Dickeya dianthicola* et *P. carotovorum* subsp *carotovorum*) afin de prendre en compte la diversité bactérienne identifiée en culture en France. Les résultats préliminaires ont été confirmés. Des clones multi-résistants ont été identifiés pour les trois sources de résistance, avec un bon comportement vis-à-vis d'une, deux, voire de l'ensemble des espèces (Hélias et al., 2015 ; Quêtu-Laurent, 2016). Les sensibilités variétales à la pourriture molle et à la jambe noire n'étant pas systématiquement corrélées, des travaux sur la sensibilité variétale à la jambe noire ont été initiés en 2015 vis-à-vis des 3 espèces bactériennes (*P. atrosepticum*, *D. solani* et *P. parmentieri*) sur un nombre limité d'hybrides et de témoins..

En 2016, la méthodologie de phénotypage pour l'évaluation des symptômes de la jambe noire a été affinée en utilisant différentes modalités de contamination du matériel végétal : des tests sur tiges ou sur plante entière ont été conduits sur une sélection d'hybrides et variétés.

2 - Caractérisation de géniteurs pour leur résistance vis-à-vis de *Meloigogyne incognita*

En 2015, 10 clones INRA ainsi qu'un des parents résistant ont été fournis à la FN3PT pour évaluer leur résistance à *M. incognita* en condition d'infestation naturelle en Egypte (collaboration FN3PT/CASC). Le parent résistant s'est bien comporté avec aucun symptôme de galle. Pour cinq clones, nous disposons de données de phénotypage obtenues en condition de laboratoire (population Nérac, Mugniery résultats non publiés), les données de phénotypage « population Nérac- essai Egypte » sont concordants uniquement pour deux clones. Les 5 clones non initialement renseignés pour leur niveau de résistance et ne présentant pas de symptômes suite à l'expérimentation conduite en Egypte sont difficilement interprétables pour le moment.

WP3 : Exploiter et structurer les ressources génétiques

Action 3.1 : Etude de différentes technologies de génotypage SNP sur pomme de terre

Dans le cadre du projet SolCAP (Solanaceae Coordinated Agricultural Project), des équipes américaines ont identifié un grand nombre de SNP (Single Nucleotide Polymorphisms) en analysant des séquences EST (Expressed Sequence Tags) de différentes variétés de pomme de terre (Hamilton *et al.*, 2011). 8303 de ces SNP ont été placés sur une puce Illumina : la puce SolCAP. Nous avons testé si cette puce était adaptée à notre matériel végétal en l'utilisant sur la core-collection qui a été définie pour capturer le maximum de diversité allélique de la collection de variétés maintenue par l'Inra (CRB BrACySol). Ce travail a montré que cette dernière était bien adaptée à notre matériel végétal (Esnault *et al.*, 2012) puisque des génotypes ont pu être assignés pour 78% des SNP de la puce. L'analyse d'un petit nombre de SNP SolCAP en cartographie génétique a également confirmé cette portabilité dans le fond génétique utilisé par les sélectionneurs français (Marhadour *et al.*, 2012). Cette autre étude a de plus montré que les SNP de la puce SolCAP pouvaient aussi être analysés avec la technologie KASPar, technologie plus appropriée lorsque seulement un petit nombre de marqueurs SNP sont à analyser sur un grand nombre de génotypes.

Lors de la dernière année du programme InnoPlant, des analyses utilisant la technologie HRM (High Resolution Melting) ont été menées. L'objectif était d'acquérir une première expérience de ce type de technologie permettant la révélation de polymorphisme SNP sans a priori, avec des instruments déjà présents dans les laboratoires des OP Plants (qPCR PVY). Il nous a été possible de reproduire des résultats publiés dans la littérature. Des analyses complémentaires sont néanmoins requises.

Action 3.2: Positionner la diversité génétique des collections de géniteurs de l'Inra et des obtenteurs d'un point de vue moléculaire et phénotypique

La caractérisation d'une collection de 300 géniteurs issus des stations de sélection des organisations de producteurs de plants (OP) a été initiée sur fonds propres par la FN3PT avec le set de 24 marqueurs microsatellites utilisé pour caractériser la core collection Inra (Esnault et al 2014, 2016).

L'objectif était d'analyser conjointement la diversité présente dans les stations de sélection et celle représentée par un sous ensemble de la collection Inra. Au final, 15 marqueurs générant 172 allèles polymorphes ont permis d'analyser conjointement 632 génotypes. La diversité des deux collections se recouvre, les analyses détaillées seront présentées lors du prochain congrès de l'EAPR (Méar et al 2017). D'autre part, le projet intitulé '*Stabilité des résistances au mildiou de la pomme de terre et identification de marqueurs associés (PoTStar)*' a été lauréat en 2016, de l'appel à projets CASDAR 'Semences et sélection végétale'. Les objectifs du projet sont d'identifier des sources de résistance stables au mildiou ainsi que les déterminants génétiques associés, et d'étudier les facteurs de cette stabilité.

Action 3.3: Développer des méthodes de cryoconservation de la pomme de terre pour la conservation à long terme des collections

Les travaux ont permis de tester en 2012 sur 5 variétés de l'espèce cultivée *Solanum tuberosum*, la technique de cryoconservation mise au point par l'IRD de Montpellier. Il s'agit de la méthode dite de « vitrification en goutte » au cours de laquelle les explants sont préalablement conditionnés sur des milieux de pré-culture. Les taux de régénération obtenus variaient entre 70 et 98%. La technique a ensuite été appliquée sur 14 espèces apparentées à la pomme de terre. Les taux de régénération obtenus, la rapidité d'apparition des régénérations et l'absence de cal nous ont confortés dans le choix de cette technique pour une cryoconservation en routine.

Celle-ci a été réalisée à partir de 2013, grâce à un financement par le GIS IBISA obtenu pour démarrer cette action. Nous avons travaillé sur la core-collection comprenant 48 variétés appartenant à *Solanum tuberosum* et 35 clones provenant de 21 espèces sauvages tubéreuses. Pour chacune des accessions sélectionnées, un essai préliminaire réalisé sur 30 méristèmes a permis d'estimer la réponse du clone à cette technique de cryoconservation. Les clones dont le pourcentage de régénération est égal ou supérieur à 60%, pourcentage défini pour sécuriser la conservation dans l'azote liquide, sont cryoconservés pour une conservation à long terme. Nous avons évalué à 100 le nombre de méristèmes à conserver par clone. Ainsi, 26 clones provenant de 17 espèces apparentées et 94% des variétés de la core collection sont aujourd'hui cryoconservés.

Pour chaque clone, des tubercules ont été produits à partir de mériclones témoins cryoconservés, afin de pouvoir ensuite s'assurer de la conformité du matériel.

De plus, pour chaque clone, une extraction d'ADN a été réalisée pour obtenir un profil moléculaire avec le kit d'identification variétale développé par la FN3PT et disposer d'un échantillon d'ADN.

WP4 : Identification et évaluation d'autres leviers limitant le recours aux pesticides**Action 4.1 : Effet des pratiques culturales****Pratiques culturales et transmission entre génération des bactéries pectinolytiques**

L'étude de l'effet respectif de la contamination du plant et des conditions agro-environnementales sur les bactéries pectinolytiques responsables de la maladie de la jambe noire qui a fait l'objet d'un projet collaboratif entre la France et la Suisse a été poursuivie. Une analyse approfondie du jeu de données obtenu lors de cette collaboration intégrant les résultats du suivi pluriannuel et multisites de lots a été réalisée (Hélias, 2015). En complément, une enquête a été réalisée en 2014 et 2015 sur plus de 200 parcelles de plant pour étudier les liens entre l'expression de la maladie et les pratiques agronomiques.

Activités agricoles et dissémination passive des nématodes à galles et autres pathogènes telluriques

Travaux conduits dans le cadre du projet Nematools sur l'analyse de la dissémination par les pratiques agricoles et industrielles : potentiel dispersif d'engins agricoles (mise en place d'enquêtes auprès

d'agriculteurs pour caractériser les règles de circulation du matériel agricole et d'essais pour quantifier la capacité de transport de terre et des nématodes en fonction des outils de travaux du sol utilisés et du type de sol); caractérisation des agents pathogènes telluriques; enquête sur les risques liés aux process industriels.

Ressources génétiques et solutions alternatives pour lutter contre les nématodes à galles : projet Nematools: Evaluation de l'utilisation de ressources génétiques comme plantes de rupture et évaluation de l'effet de plantes de la rotation ou d'inter-cultures sur ces nématodes. Les résultats sont en cours d'acquisition.

Action 4.2 : identification et évaluation de techniques de protection intégrée en plant

Un fait marquant est la participation de membres de l'UMT à la synthèse du travail réalisé dans le projet CasDAR SysPID « *Réduire l'impact des maladies telluriques dans les systèmes de culture pour une protection intégrée et durable des grandes cultures* », associant l'INRA et les filières pomme de terre, betterave et maïs. Ce travail a permis l'identification des leviers potentiels de réduction du rhizoctone en période d'interculture et de la combinaison de pratiques complémentaires. Cette étude a fait l'objet de publications en 2013.

La réflexion a été poursuivie pour étendre la démarche à un ensemble de bioagresseurs ou à l'échelle de la rotation et a conduit à participer à la réponse à différents appels d'offres en 2014 (**Projet PotatoRPest**, « *Développement du modèle IPSIM-pdt pour définir de nouvelles stratégies de protection multi-bioagresseurs visant à réduire l'usage de pesticides en privilégiant les résistances variétales* » soumis à l'AAP Pesticides-Ecophyto et **projet ESCALE** « *Effets des successions culturales sur les maladies telluriques en grande culture : contribution à un conseil agro-écologique* », soumis à l'AAP Casdar Innovation et Partenariat : non retenus).

Enfin, on peut signaler aussi les travaux du groupe de travail **Multibioagresseurs** de l'IGEPP et des études préliminaires sur différentes combinaisons de bioagresseurs (virus, nématodes, mildiou et bactéries, rhizoctone).

WP 5 : Conception et évaluation d'itinéraires intégrés de production de plant

Action 5.1 : conception de prototypes d'itinéraires intégrés de production de plant

Les membres de l'UMT ont aussi participé à la construction d'un réseau national autour de la réduction d'intrants en pomme de terre, comprenant des chercheurs, sélectionneurs, ingénieurs et techniciens de différents organismes, qui a soumis différents projets (**projet SyspotEco** : *Pomme de terre économe en intrants : acquisition de références système et structuration d'un réseau de connaissances partagées* présenté à l'AAP 2016 CASDAR IP mais non retenu comme le précédent projet **VarPotEco** : *Quelles variétés de pomme de terre sélectionner pour des systèmes de culture économes en intrants, dont l'agriculture biologique ?*). Un nouveau projet **VarPotBio** "*Quelles variétés de pomme de terre sélectionner pour des systèmes de culture en AB ?*" 1ère phase (2017-18) a été soumis à l'AAP CASDAR Semences et Sélection végétale "Réflexion prospective"

Axe 3 Réfléchir à l'organisation des acteurs pour pérenniser les éléments de compétitivité

La compétitivité d'une filière, comme celle du plant en particulier, résulte d'un jeu d'acteurs complexe, conditionnant sa capacité à innover mais aussi à réagir (et à tirer profit) des modifications de son environnement compétitif. C'est pourquoi l'UMT a décidé d'intégrer également cette dimension socio-économique, avec deux faits marquants :

- **Impact des stratégies d'innovation et de recherche pour la filière plant**

Une étude sur l'impact des recherches portant sur les outils de diagnostic pour la qualité sanitaire des plants de pomme de terre - conduites en collaboration entre l'INRA et la FN3PT - a été initiée en 2013 selon la **méthode ASIRPA** (Analyse des Impacts de la Recherche Publique Agronomique). Cette méthode, qui a été mise en place par l'INRA pour mieux évaluer les impacts de ses activités de recherche (cf. site internet dédié <https://www6.inra.fr/asirpa>), vise à qualifier et quantifier les impacts socio-économiques des travaux de recherche dans le secteur de l'agriculture et de l'alimentation.

Elle a permis de mettre en évidence trois types principaux d'impact de ces outils : un **impact économique** majeur, du fait du surcroît de compétitivité apporté au plant français à l'export par la qualité sanitaire avérée via ces outils de diagnostic, et de pertes évitées par la prévention du développement de foyers de parasites bactériens de quarantaine ; un **impact sanitaire** moyen via l'évitement de crises sanitaires majeures ; enfin, un **impact politique** plus faible mais significatif via l'appui fourni aux autorités sanitaires dans la mise en œuvre et le suivi des méthodes de lutte obligatoire. Ces résultats confortent la pertinence du partenariat engagé entre la recherche publique et la filière plant de pomme de terre pour développer des outils puissants, simples d'emploi et transférables pour garantir la qualité sanitaire des plants et des territoires de production (Andrivon *et al.*, 2014). Cette étude a été retenue parmi celles qui ont été présentées lors du colloque INRA du 28 septembre 2015 ainsi que pour la diffusion d'une vidéo sur le site dédié.

Une étude similaire a été mise en place dans le domaine de la **création de géniteurs de résistance** (<http://www6.inra.fr/asirpa/Les-cas-etudies/Etudes-de-cas/Amelioration-des-plantes/Pommes-de-terre-resistantes>, Chauvin *et al.*, 2015) (collaboration INRA-obtenteurs/ACVNPT). Comme dans le premier cas, cette étude a permis de mettre en évidence plusieurs impacts, dont les principaux sont des impacts économiques et environnementaux avec la réduction des traitements fongiques et nématicides et des impacts sanitaires avec la réduction des population des nématodes. Une restitution en a été faite lors du Carrefour InnoPlant en 2016 et lors du congrès Eucarpia Genetic Resources en 2017 (Kerlan *et al.*, 2017). Une présentation sera également faite au congrès EAPR Versailles en juillet 2017.

▪ **Etude des facteurs de compétitivité de la production de plants de pomme de terre**

Une session a ainsi été organisée sur ces aspects socio-économiques et compétitivité lors des deux éditions du Carrefour recherche plant. Les interventions ont porté sur les facteurs de compétitivité de l'agriculture (CGAAER), les marchés et enjeux à l'export pour la filière plant (France-Obtention/FN3PT), le contexte européen et international (ESPG-European Seed Potato Growers Association) et la présentation d'un travail de thèse portant sur le rôle du conseil agronomique dans la compétitivité du secteur agricole, sur l'exemple de la filière du plant de pomme de terre en Europe (thèse de Hana Dhiab INRA SAD-APT Paris) ainsi que de la réflexion prospective initiée par le GIS RA sur l'avenir de l'agriculture et du système R&D agricole français (ACTA).

En outre, on peut noter la mise en place d'une commission économique au sein de la FN3PT et les échanges au sein de l'ESPG (European Seed Potato Growers association) au niveau européen.

Axe 4 : Communication : Renforcer la visibilité de la filière et de ses travaux

L'UMT a permis un renforcement des actions de communication :

Action 7.1 : Formation et transfert de techniques aux laboratoires et aux sélectionneurs

Formation et transfert de nouvelles techniques de détection ou de marqueurs auprès des laboratoires et sélectionneurs : plus de vingt sessions ont été organisées pour la formation du personnel des laboratoires plant aux nouvelles techniques de détection développées et nouveaux marqueurs

Action 7.2 : Organisation de réunions et de Carrefours

- **organisation par l'UMT de deux Carrefours Recherche- Plants**

L'UMT InnoPlant a organisé deux éditions du Carrefour de la Recherche plant de pomme de terre :

- les 20 et 21 mai 2014 autour du thème général 'Quelles innovations pour conforter la qualité et la compétitivité de la filière de demain ?'.
- les 15 et 16 novembre 2016 autour du thème « L'innovation en action au service de la qualité et de la compétitivité des plants », L'enquête réalisée alors auprès des participants a montré une satisfaction bonne à très bonne sur le contenu et les aspects pratiques de l'organisation.

Le dossier de présentation, le programme, la présentation des partenaires et la plupart des interventions de ces événements sont téléchargeables sur le site de l'UMT : www.umat-innoplant.fr

Par ailleurs, l'UMT InnoPlant a proposé une séquence sur le thème 'Seed potatoes for the future' pour la conférence triennale de l'association européenne pour la recherche sur la pomme de terre (EAPR) qui aura lieu en France, en juillet 2017.

Action 7.3 : Autres actions de communication

- o **publications** communes, **communications lors de congrès**, guides et fiches techniques (annexe 3), communiqués de Presse; **poster et fiches de présentation de l'UMT** (ex Potato Europe 2012; 2016)
- o **Site internet** : un site web (www.umat-innoplant.fr) dédié à la présentation du programme de l'UMT et aux résultats de recherche liés à ce programme a été conçu dans le cadre d'un groupe de travail. La version française a été mise en ligne début octobre 2013 et la version anglaise le 10 février 2014. Des statistiques de fréquentation du site ont été réalisées régulièrement et présentées à l'occasion de réunions de l'UMT, montrant l'impact de la mise en ligne de nouvelles informations et les différentes aires géographiques atteintes. Sur la période totale, le site a ainsi reçu 6129 visites et 15026 pages ont été téléchargées. Lors de la première année de fonctionnement, la fréquentation du site était majoritairement centrée sur la région Bretagne où l'UMT est implantée mais cette fréquentation s'est progressivement et largement élargie au reste des régions françaises. Les connexions proviennent à 72% d'Europe mais le site est consulté à partir de tous les continents conduisant à la notoriété des actions de l'UMT et des partenaires.



Page d'accueil du site internet

2.5. Bilan général (dont évolution du programme et des questions de recherche)

Riche d'un historique de collaboration dense et fructueux entre l'INRA et la FN3PT, l'UMT InnoPlant est née de la volonté de renforcer ce partenariat au travers d'un programme de travail conjoint associant recherche, développement, prospective et transfert au service de l'innovation et de la compétitivité du plant français de pomme de terre. L'ambition d'InnoPlant, qui associe également le GNIS (Groupement National Interprofessionnel des Semences et plants) et l'ACVNPT (Association de Créateurs de Variétés Nouvelles de Pomme de Terre) pour certaines thématiques, est aussi de renforcer la visibilité des

travaux et de devenir une plateforme de construction et de conduite de projets de recherche et de développement dans le domaine du plant de pomme de terre, notamment pour acquérir et intégrer, au sein de systèmes de productions innovants, les connaissances clés sur les facteurs majeurs de compétitivité, en particulier la qualité sanitaire, la résistance variétale aux bioagresseurs et l'adaptation aux exigences des marchés actuels et futurs.

➤ **Des avancées et une valeur ajoutée du partenariat**

Conformément aux attentes exprimées initialement par les partenaires, la mise en place de l'UMT INNOPLANT a permis différentes avancées significatives :

-) **Consolidation du partenariat de recherche et transversalité des approches** grâce à un rapprochement de compétences en génétique et phytopathologie et d'une expertise généraliste, représentant une dizaine de chercheurs, ingénieurs et techniciens en Equivalent Temps Plein (ETP), hébergés dans les locaux de l'Unité mixte de recherche IGEPP (Institut de Génétique, Environnement et Protection des Plantes - Le Rheu et Ploudaniel) de l'INRA de Rennes, avec en moyenne chaque année :
 - 6,20 ETP pour la FN3PT
 - 3,20 ETP pour l'INRA UMR IGEPP
 - ainsi que la contribution de partenaires associés (GNIS : 0,34 ETP et ACVNPT 0,15) pour certains travaux et surtout la participation à des réunions et communications
-) **Diverses avancées scientifiques partagées et des actions nouvelles concertées** grâce à ce renforcement des collaborations entre pathologistes et généticiens (par exemple le programme de criblage de ressources génétiques pour la résistance aux bactéries pectinolytiques ou l'approche initiée sur les multipathogènes) ou entre partenaires (exemple de la comparaison de la structuration des collections des OP / collections INRA à l'aide de marqueurs microsatellites.). L'UMT a contribué aussi à la réflexion autour de nouvelles approches comme les systèmes de culture ou le renforcement de la prise en compte des impacts socioéconomiques avec notamment la mise en place des études ASIRPA sur le diagnostic et les géniteurs de résistance;
-) **Notoriété accrue des travaux** en donnant plus de visibilité à ces recherches conduites en partenariat, via notamment les actions de communication : organisation de Carrefours, mise en place d'un site internet, communications, posters et visuels communs
-) **Montage de projets communs** nationaux et internationaux, en lien avec le programme de l'UMT, dont certains ont été retenus (Nematools, PotStaR, IPMBlight2.0, PoHMED, CaLiSo) et d'autres pas (VarPotEco/SysPotEco, OMS, Solavitis Compose). Certains se seraient probablement montés sans l'UMT, qui devrait à l'avenir renforcer son rôle dans l'émergence de nouveaux projets.
-) **Nombreux livrables et actions de transfert** : en phase avec ses objectifs de recherche et de développement d'innovations, le programme de l'UMT InnoPlant a permis d'obtenir de nombreux résultats décrits plus haut (résumé en annexe) et de les diffuser :
 - Acquisition de connaissances (bioagresseurs (diversité...), résistance génétique, ..)
 - Outils de détection,
 - Développement méthodologiques,
 - Caractérisation de géniteurs (multi)-résistants,
 - Réunions techniques,
 - Publications scientifiques et techniques

- Journées de formation,
- Carrefours, etc.



) **Identification de nouvelles questions de recherche** et de thématiques de travail ou travaux complémentaires pour la poursuite des actions engagées.

➤ **Points d'attention**

Des questions et pistes d'amélioration ont été identifiées pour la poursuite d'InnoPlant :

-) **UMT insuffisamment perçue comme une structure mixte et partagée sur des objectifs communs.** En effet, le programme initial de travail avait été construit à partir des actions FN3PT en lien avec l'IGEPP (ou hébergées à l'IGEPP) plutôt que comme des actions partagées et l'implication de la FN3PT était de fait plus importante que pour l'INRA. Cela a pu créer des difficultés : pour les extérieurs, avec une distinction peu évidente entre le programme de travail de l'UMT et les activités propres de la FN3PT; et pour l'INRA, une implication limitée dans une partie significative des activités de l'UMT. Ce constat a conduit à bâtir le programme InnoPlant² autour d'actions communes entre l'INRA et la FN3PT
-) **Périmètre :** celui-ci avait été cantonné explicitement au plant de pomme de terre pour répondre à la demande des professionnels et ceci a limité les contributions de l'INRA pour des sujets dépassant ce cadre de travail. Pour le nouveau projet InnoPlant², la priorité demeure de renforcer la recherche et l'innovation pour la qualité et compétitivité des plants mais en tenant mieux compte de la valorisation des résultats auprès de l'aval.
-) **Un volet socio-économique,** mais aussi un volet purement 'systèmes' qui se sont révélés difficiles à porter faute de compétences fortes en interne, et qui ont plutôt donné lieu à des actions indirectes comme l'organisation de sessions dédiées lors des Carrefours ou la prise en compte de ces problématiques via des projets comme les études d'impacts Asirpa
-) **Des moyens de l'UMT limités :** ne permettant pas pour l'INRA ni pour la FN3PT de s'engager via l'UMT dans des actions nouvelles grâce à ces moyens, ce qui a conduit à affecter la dotation DGER à la FN3PT plutôt pour des actions transversales de communication et d'échanges (organisations de Carrefours et réunions, site internet (CDD), éditions de documents, etc.)
-) **Animation perfectible** pour la poursuite de l'UMT en prévoyant des réunions de bureau plus fréquentes ainsi que le renforcement de groupes de travail pour le montage de projets et les actions de communication.
-) **Place des partenaires associés** (ACVNPT et GNIS) qui ont été impliqués dans certains travaux et actions de communication mais dont le rôle et la contribution dans la poursuite de l'UMT méritent d'être mieux précisés. Cette clarification serait utile aussi pour d'autres partenaires et pour le comité consultatif afin d'aller au-delà d'un rôle d'information et d'échanges.

) Activité de **publication scientifique** : l'identification de l'UMT en tant que contributrice aux publications associées aux travaux est restée limitée et mériterait d'être revue à l'avenir.

➤ **En conclusion**

Le bilan de l'UMT INNOPLANT, à l'issue de sa première période de labellisation montre que la plupart des actions de recherche et de communication ont été mises en place et que l'état d'avancement des livrables est conforme aux prévisions et attentes. En phase avec son ambition initiale, la création de cette UMT a permis d'amplifier l'effort de recherche et de transfert, de renforcer les approches transversales et prospectives, d'obtenir diverses avancées scientifiques partagées, de développer différentes innovations et de renforcer la notoriété des travaux.

Les partenaires souhaitent donc poursuivre et conforter ce partenariat en le faisant évoluer conformément au projet proposé ci-après.

3. PROJET INNOPLANT² 2018-2022

3.1. Objectifs généraux

L'Unité Mixte Technologique UMT INNOPLANT a été fondée en 2012 entre la FN3PT et l'INRA-IGEPP de Rennes-Ploudaniel, en associant pour certaines actions le GNIS et l'ACVNPT. Elle a permis de renforcer le partenariat de recherche mis en place depuis de nombreuses années entre la filière plants de pomme de terre et l'INRA et de conduire un programme commun de travail associant recherche, développement, prospective et transfert intitulé « *Plant de pomme de terre et innovations en matière de qualité sanitaire et de résistance variétale aux bio-agresseurs, en lien avec la compétitivité de la production* ».

La FN3PT et l'INRA-IGEPP souhaitent conforter avec leurs partenaires le bilan largement positif de cette collaboration, au travers d'un **nouveau projet d'unité mixte technologique InnoPlant²** pour la période 2018-2022, en consolidant ce qui a bien fonctionné et en faisant évoluer le programme de travail pour y intégrer de nouvelles thématiques et questions de recherche autour des enjeux d'innovation pour le secteur plant et son aval. Les actions communes seront renforcées en centrant le nouveau projet en priorité sur des thématiques et des actions partagées par les deux partenaires principaux.

L'ambition des partenaires d'InnoPlant² est aussi de renforcer la valorisation des résultats au travers de publications partagées, de se fixer des objectifs explicites en termes de montage / portage de projets nationaux ou internationaux, de renforcer l'animation et le pilotage du programme en mode projet et de mieux définir les rôles des partenaires associés.

Le projet d'InnoPlant² vise à co-construire et conduire conjointement le programme de recherche et de développement détaillé ci-dessous, en cohérence avec les programmes propres à chaque organisme et à chercher un équilibre entre activités de recherche et développement d'innovations répondant aux besoins des acteurs de la filière plants de pomme de terre, de son aval et aux attentes sociétales. Elaboré en concertation étroite entre les partenaires de l'UMT et en cohérence avec ceux d'une unité mixte technologique, les objectifs généraux du programme d'UMT InnoPlant² sont résumés ci-dessous :

- co-construction d'innovations en matière de qualité sanitaire des plants de pomme de terre et de variétés résistantes aux bioagresseurs. Les nouveaux enjeux autour du numérique, de l'analyse et du

traitement des données, des nouvelles technologies et des outils de pilotage seront inclus dans la réflexion, en renforçant la prise en compte des nouveaux besoins des utilisateurs et de l'évolution des systèmes de production compte tenu des changements globaux;

- renforcement des relations entre les acteurs de la recherche et du développement afin de mieux conduire ensemble des actions d'acquisition de connaissance et de production d'innovations adaptées, en s'ouvrant à de nouveaux partenaires et réseaux ainsi qu' à l'enseignement
- conciliation des problématiques issues de la production et leur traduction en questions de recherche pour développer conjointement des innovations;
- renforcement de la visibilité de l'UMT InnoPlant et de la diffusion des résultats.

3.2. Programme de travail

Le programme de travail de l'UMT InnoPlant2 a été construit à partir des acquis de la précédente UMT et du recensement des attentes et besoins des acteurs impliqués via diverses réunions de travail et la mise en place d'un questionnaire interactif lors du Carrefour 2016 permettant l'identification de nouvelles questions de recherche et l'approfondissement de certains travaux. Il intègre aussi des enjeux et défis plus globaux comme les évolutions réglementaires, les avancées technologiques ou les politiques publiques (Plan Agriculture-Innovation 2025, plan Ecophyto, contrat d'objectifs du réseau ACTA, etc.).

En phase avec les attendus d'une UMT, l'objectif général de ce nouveau programme est de « **Développer des innovations pour conforter la qualité et la compétitivité des plants certifiés de pomme de terre produits en France, face aux changements globaux et aux nouveaux besoins des utilisateurs** ».

Le programme de travail de l'UMT INNOPLANT² est construit sous forme d'actions, organisées dans ou à l'interface de cinq domaines thématiques et répondant à des enjeux clairement identifiés pour la filière et les équipes de recherche (figure 1). Ces actions ont vocation à déboucher sur des innovations méthodologiques, de connaissance ou opérationnelles directement au profit des acteurs des filières. Elles sont parfois subdivisées en plusieurs volets, couvrant des aspects complémentaires.

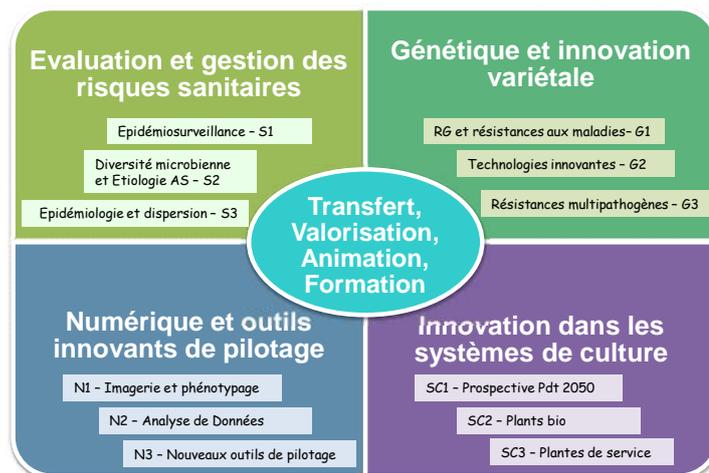


Schéma général du projet d'UMT INNOPLANT²

ÉVALUATION ET GESTION DES RISQUES SANITAIRES

Responsable de l'axe thématique : Didier Andrivon (Inra)

La gestion de la qualité sanitaire reste un enjeu majeur en production de pomme de terre (en particulier de plant), compte tenu du mode de multiplication végétatif de la culture, de la large cohorte de bioagresseurs à laquelle elle est vulnérable, de la mondialisation des marchés et des évolutions climatiques en cours.

Dans le cadre d'InnoPlant², nous avons choisi de nous focaliser sur trois domaines clés d'innovation en matière de gestion du risque phytosanitaire : la surveillance des populations installées ou émergentes (action S1), l'étude des risques de dispersion passive des bioagresseurs, en particulier via les interventions culturales (action S2), et enfin l'utilisation de technologies haut débit pour l'étiologie de symptômes complexes (action S3).

) **Action S.1. : Epidémiologie (pathogènes majeurs et émergents)**

Responsable: Didier Andrivon (Inra)

L'épidémiologie, c'est-à-dire l'ensemble des opérations de suivi des pressions sanitaires en culture et de caractérisation génétique et phénotypique des agents pathogènes correspondants est un des éléments fondateurs de la surveillance biologique du territoire, mais aussi de la préservation de la qualité sanitaire de celui-ci. C'est donc un enjeu considérable pour les producteurs de plants de pomme de terre, matériel destiné à la plantation et multiplié par voie végétative, donc au cœur des problématiques de maîtrise de la qualité sanitaire.

L'épidémiologie repose sur trois éléments méthodologiques clés : 1) la mise au point d'outils fiables (spécificité, sensibilité) de diagnostic, de détection et de caractérisation des agents pathogènes; 2) la réalisation d'inventaires et d'échantillonnages, raisonnés selon les connaissances antérieures sur la distribution des agents pathogènes et l'identification des zones à risque (points d'entrée pour parasites émergents, zones climatiques, etc...) ; et 3) la réalisation d'un typage biologique et moléculaire permettant à la fois d'avérer l'identité des parasites (en particulier ceux existant au sein de complexes d'espèces) et leurs propriétés biologiques (pouvoir pathogène, exigences écologiques).

Dans le cadre de l'UMT, les travaux proposés en matière d'épidémiologie s'adressent à trois types de situations sanitaires, nécessitant des gestions différenciées :

- 1- accompagner la lutte réglementaire (*Ralstonia / Clavibacter*)
- 2- prévenir et suivre les émergences (Zebra chip et nématodes à galle)
- 3- connaître les évolutions de parasites résidents pour ajuster les méthodes de lutte (mildiou, PVY, Jambe noire).

S1.1 - Accompagner la lutte réglementaire (Anne-Claire Le Roux, FN3PT)

) *Ralstonia solanacearum* et *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus*

Ces deux bactéries sont respectivement responsables de la maladie de la pourriture brune et de la pourriture annulaire. Elles sont listées comme organismes réglementés de quarantaine et sont prises en compte dans le schéma de contrôle et de certification des parcelles et des lots de plants de pomme de terre. La tolérance vis-à-vis de ces parasites étant donc nulle, et devant l'absence de méthodes directes de lutte, il est indispensable d'acquérir des connaissances pour éviter l'introduction, la dissémination et l'installation de ces bactéries sur notre territoire. Les actions conduites dans ce volet visent à :

- Etudier et décrire la diversité génétique et phénotypique des souches en collection afin de suivre leur évolution et faire face à l'émergence de nouvelles souches ;
- Développer et évaluer des réactifs et des méthodes performantes pour détecter précocement et quantifier les bioagresseurs dans les différents compartiments de l'environnement susceptibles de les héberger (plantes, eau, sols,...) ;
- Analyser les facteurs impliqués dans le développement des épidémies ;

- Transférer les outils développés et les connaissances acquises au personnel des OP et les accompagner dans leur mise en œuvre.

Résultats attendus :

- Un état des populations de *Ralstonia* présentes en Europe et dans le bassin méditerranéen ;
- Des protocoles et outils adaptés au suivi des différents groupes génétiques dans l'ensemble des substrats pouvant les héberger ;
- Des connaissances biologiques sur les états du milieu favorables ou défavorables à l'installation, la survie et le développement épidémique de ces groupes génétiques, pour pouvoir proposer les mesures de prévention et de gestion les plus adaptées à prévenir tout risque sanitaire.

Moyens à consacrer : Travaux conduits sur fonds propres FN3PT

Partenaires : FN3PT, OP, ANSES

S1.2 - Pathogènes émergents (Anne-Claire Le Roux, FN3PT) :

) *Maladie du Zebra chip*

Candidatus Liberibacter solanacearum est une bactérie du phloème émergente à l'échelle internationale, transmise par des insectes vecteurs, les psylles. Les haplotypes A et B de la bactérie, transmis par *Bactericera cockerelli*, provoquent la maladie du Zebra Chip sur pomme de terre et sont responsables de pertes économiques considérables en Amérique du Nord et en Nouvelle Zélande. Ces souches et leur vecteur sont actuellement absents du territoire européen et sont catégorisés comme organismes nuisibles réglementés de quarantaine. Récemment, les haplotypes C, D et E ont été détectés dans plusieurs pays européens, dont la France, sur cultures d'Apiacées (carotte, panais, persil, céleri). Quelques signalements ont également été faits sur pomme de terre mais dans des conditions de pressions parasitaires fortes. Les vecteurs associés à ces souches sont principalement *Bactericera trigonica* et *Trioza apicalis*. Devant l'émergence de ces souches et leur possible transmission à la pomme de terre, des actions préventives de détection et d'épidémiologie ont été lancées.

Les objectifs de ce travail sont :

- d'évaluer diverses méthodes de détection de la bactérie, dans les échantillons végétaux et les insectes vecteurs, qui soient performantes et fiables ;
- prospecter en parcelles de pomme de terre pour collecter des plantes cultivées, des adventices (qui peuvent constituer des réservoirs) mais aussi pour effectuer un inventaire faunistique des psylles présents. Des tests de détection de *Ca. L. solanacearum* seront conduits sur ces différents types d'échantillons pour 1/ évaluer l'état sanitaire des cultures de plants de pomme de terre vis-à-vis des haplotypes C, D et E et 2/ garantir l'absence des haplotypes A et B de la bactérie ainsi que leur vecteur *B. cockerelli* sur le territoire.

Ces travaux sont conduits en partie dans le cadre de deux projets collaboratifs :

-) Projet Euphresco **Phylib II** (2016-2019) « The biology and epidemiology of '*Candidatus Liberibacter solanacearum*' and potato phytoplasmas and their contribution to risk management in potato and other crops ». Ce projet est coordonné par la SASA (UK).
-) Projet Casdar **CaLiSo** (2016-2018) « Détection et épidémiologie de *Candidatus Liberibacter solanacearum*, bactérie transmissible à la semence et responsable de désordres végétatifs sur apiacées et solanacées ». Ce projet est porté par l'ANSES.

Résultats attendus, livrables :

- Fiches descriptives de la maladie

- Formations des inspecteurs terrains et techniciens laboratoires à la maladie et symptômes associés
- Outils de détection validés
- Données sur la diversité des haplotypes présents en France
- Données sur les espèces de Psylles vecteurs de la bactérie présents en France et leur répartition en fonction des hôtes

Moyens à consacrer : Travaux conduits sur fonds propres FN3PT et OP et dans le cadre du projet Caliso

Partenaires : FN3PT, OP, et partenaires associés du projet Caliso (ANSES, CTIFL, FNAMS, INRA)

) *Nématodes à galles*

Une épidémiosurveillance doit également être mise en place sur diverses espèces de nématodes, en particulier celles appartenant au genre *Meloidogyne*, extrêmement polyphages et souvent importantes en zones méditerranéenne et tropicales. Certaines d'entre elles sont présentes sporadiquement en Europe comme *Meloidogyne chitwoodi* et *M. fallax*. D'autres, inscrites sur les listes d'alerte de l'OEPP et/ou émergentes, comme *M. ethiopica* et *M. luci* sont à surveiller car elles peuvent constituer des menaces importantes pour les cultures, notamment la pomme de terre. Le recours de plus en plus limité aux traitements nématicides, dangereux pour l'environnement, conduisent à renforcer les méthodes prophylactiques visant à prévenir l'introduction et la dissémination de ces bio-agresseurs. La surveillance de l'état sanitaire des lots, des parcelles et de l'environnement nécessite la mise au point et/ou l'amélioration d'outils d'identification et de détection performants, prenant en compte la diversité des espèces du genre *Meloidogyne*.

Les actions prévues sont intégrées en partie dans le projet Nematools et seront poursuivies au-delà :

- Développement et validation d'outils PCR temps réel pour la détection et la quantification de plusieurs espèces de *Meloidogyne*, notamment *M. chitwoodi* et *M. fallax* ;
- Développement de méthodes de détection de ces nématodes au sein de différentes matrices plus ou moins complexes comme les boues, le sol, les plantes.

S1.3 - Pathogènes résidents

La pomme de terre fait face à un complexe étendu et diversifié de parasites non réglementés, mais très pénalisants pour les rendements et/ou la qualité des récoltes, voire impactants pour les coûts de production. Dans un contexte de développement de solutions intégrées de maîtrise des bioagresseurs, remplaçant l'usage massif de pesticides (qui sont d'ailleurs parfois non disponibles, comme c'est le cas contre les bactéries) par le recours à une lutte plus ciblée, exploitant en particulier les résistances génétiques, la connaissance des caractéristiques des populations, de leur distribution sur le territoire et des traits associés à chaque groupé génétique est un préalable essentiel.

Objectifs :

-) Préserver la qualité sanitaire des productions et du territoire
-) Disposer d'une information suivie dans le temps de l'évolution des pressions sanitaires à l'échelle régionale et nationale.
-) Piloter / ajuster le déploiement des méthodes de lutte aux caractéristiques locales et aux évolutions des populations de parasites.

Livrables principaux :

-) Cartographie et outils de détection associés concernant les parasites présents sur le territoire et au niveau européen ;

-) constitution de collections de référence de souches/isolats/populations ;
-) développement d'outils de phénotypage et de génotypage : réactifs, méthodes transférables et validées,

Nous ciblerons ici en priorité trois groupes de parasites : *P. infestans* (oomycète responsable du mildiou) ; PVY et ses variants ; et le complexe des bactéries pectinolytiques responsables des symptômes de jambe noire (macération des tiges). Ces pathosystèmes sont choisis d'une part en fonction de leur importance en culture, d'autre part en fonction de leur biologie et donc des méthodes de lutte déployables à leur rencontre.

3 a - Mildiou (Didier Andrivon Inra)

L'objectif principal des travaux sera, via un suivi régulier des populations nationales de *P. infestans* et de leur réponses aux moyens de lutte (fongicides et surtout variétés), et via l'insertion de ces données dans un cadre supra national (réseau Euroblight) de 1) comprendre les dynamiques de répartition et de changement à l'œuvre dans ces populations, 2) détecter rapidement de nouveaux génotypes potentiellement émergents et 3) identifier les moyens (types de résistance variétale par exemple) adaptés à les contenir.

Ces travaux seront conduits en particulier dans le cadre de deux projets collaboratifs actuellement en cours :

- **IPMBlight 2.0**, (2016-2019 ; <http://euroblight.net/research-projects/ipmblight20/>) visant à une capacité de prédiction des changements au sein populations de *P. infestans* et à une meilleure insertion des données populationnelles dans les outils de prévision du risque mildiou ;
- **PotStaR**, (2017-2020) qui porte sur la réponse adaptative des populations de *P. infestans* à des résistances variétales plus ou moins stables dans l'espace et dans le temps.

3 b- Virus Y (Laurent Glais, FN3PT)

Le PVY est l'une des espèces virales reconnue comme étant la plus variable en raison de sa grande capacité d'évolution de son génome. Sur la base de ses caractéristiques moléculaires et biologiques, huit groupes de souches sont actuellement définis au sein du PVY d'origine pomme de terre auxquels s'ajoutent également des variants non encore classés. Les objectifs de ce volet seront :

- d'obtenir une image de la fréquence des différentes populations de PVY dans les différentes zones de production de pomme de terre (France et à l'étranger selon les collaborations que nous aurons établies)
- d'identifier et de caractériser sur les plans sérologique, biologique et moléculaire tout isolat particulier de PVY
- et de développer ou évaluer de nouveaux outils de diagnostic sur la base des avancées technologiques et des connaissances acquises sur ce virus.

3 c - Complexe jambe noire (Valérie Hélias, FN3PT)

Les études antérieures ont permis la mise en évidence d'une nouvelle espèce de *Dickeya* émergente sur pomme de terre (*D. solani*). A côté de *P. atrosepticum*, espèce historiquement associée à la jambe noire, *P. carotovorum* subsp. *carotovorum* (Pcc) est également identifié chaque année à partir de ces mêmes symptômes. La question de la composition et la diversité de ce complexe bactérien, initialement préférentiellement associé aux pourritures molles sur tubercules, se pose donc afin de préciser leur statut taxonomique.

Les actions proposées sont donc :

- la constitution d'une collection de souches bactériennes de *Dickeya* et *Pectobacterium* issues de prospection de terrain ;
- une caractérisation du complexe d'espèces associées aux symptômes de jambe noire en végétation identifiées initialement en PCR : *D. solani*, *D. dianthicola*, *P. atrosepticum*, *P. parmentieri*, *P. carotovorum* subsp. *brasiliense*, *P. carotovorum* subsp. *odoriferum*, *P. carotovorum* subsp. *carotovorum*, par :
 - o typage phénotypique (caractérisation biochimique, étude du pouvoir pathogène) ;
 - o génotypage via des gènes marqueurs et séquençage total, le développement d'outils spécifiques des espèces à risque selon résultats des travaux de diversité
 - o Transferts méthodologiques vers laboratoires de certification.

Partenaires

) FN3PT, INRA (Rennes et Angers), ACVNPT (mildiou)

Moyens à consacrer :

Action / travaux conduits sur fonds propres des partenaires ou dans le cadre de projet(s) en cours - IPMBlight 2.0, PotStaR pour le mildiou – où à construire

) **Action S.2 : Diversité microbienne : Etiologie des symptômes atypiques d'altérations superficielles via l'étude de la diversité microbienne associée**

Responsable de l'action : Karima Bouchek (FN3PT)

Objectifs :

Les symptômes regroupés sous le terme altérations superficielles sont divers. Certains sont provoqués par des causes connues (bioagresseurs, causes physiologiques ou environnementales) mais d'autres dits « symptômes atypiques » sont à ce jour non identifiés. Pour avancer sur cette problématique, deux objectifs ont été fixés. D'abord, la mise en place d'un site web regroupant l'expertise nationale et internationale existantes sur ce sujet. Cette étape a été finalisée en 2016 par la publication de la version anglaise et française du site « **potato-tuber-blemishes.com** ». Ce site web dresse un bilan des connaissances acquises sur les **symptômes typiques** d'altérations superficielles et met en avant les **symptômes atypiques** provoqués par des causes non encore identifiées. Le deuxième objectif consiste à identifier les causes des symptômes atypiques. Des approches classiques consistant à isoler et à identifier la microflore fongique et bactérienne des lésions atypiques n'ont pas été concluantes. Il est généralement difficile d'associer un type de symptôme à un micro-organisme isolé. Pour essayer d'avancer sur cette problématique, d'autres travaux sont nécessaires en privilégiant une approche sans a priori de la diversité microbienne associée aux altérations atypiques.

Contenu envisagé:

) Une étude comparative du microbiote associé aux lésions atypiques observées sur tubercules et celui des tissus sains sera réalisée. Cette étude nous permettra de déterminer quelles sont les acteurs microbiens clés associés aux différentes lésions atypiques. En parallèle des isolements microbiologiques seront effectués pour reconstituer des communautés intéressantes qui seront testées par inoculation artificielle dans le but de reproduire les symptômes d'origine. Les outils de métagénomique qui seront utilisés sont ceux utilisés dans l'équipe RA-IGEPP sur plusieurs pathosystèmes dans des études d'écologie des communautés microbiennes (séquençage de masse

associé à la bio-informatique et aux statistiques). Les outils et les méthodologies qui seront expérimentés pour l'étude du microbiote associé aux lésions sur tubercule seront un prérequis pour d'autres études comme par exemple, l'étude du microbiote de la rhizosphère et du sol et son rôle sur l'expression du parasitisme tellurique.

J En parallèle, une des missions de l'UMT sera d'organiser une veille sur la thématique microbiote en s'appuyant sur l'expertise existante et les travaux en cours à l'IGEPP, en sollicitant en particulier Christophe Mougel. Un des objectifs de cette veille sera de réfléchir à l'opportunité de montage d'un projet collaboratif autour des interactions entre les communautés microbiennes et l'expression de maladies sur la pomme de terre. Ce projet sera en lien avec certaines thématiques de l'UMT comme par exemple, le volet sanitaire et le volet résistance/multipathogènes.

Résultats attendus et livrables :

- Identification sans a priori de la diversité microbienne associée aux altérations atypiques des tubercules.
- Mise en évidence d'associations microbiennes synergiques associées aux différents symptômes.
- Reconstitution d'associations microbiennes synergiques pour mesurer leur effet sur l'expression des symptômes en conditions contrôlées.
- Mise en évidence des acteurs microbiens clés associés aux différentes lésions atypiques.
- Veille sur l'intérêt, l'opportunité et la faisabilité d'étudier l'effet du microbiote sur l'expression de maladies telluriques sur pomme de terre.

Moyens à consacrer :

Travaux conduits sur fonds propres des partenaires ou dans le cadre d'un éventuel projet pour le volet microbiote

Partenaires :

FN3PT/RD3PT, INRA (en particulier via l'expertise apportée par l'équipe de Christophe Mougel)

J **Action S.3 : Epidémiologie des bioagresseurs : Dispersion par les engins agricoles et autres vecteurs**

L'épidémiologie des bioagresseurs est abordée dans d'autres parties du programme concernant la connaissance des agents pathogènes ou les stratégies de protection. Seule est abordé ici la dispersion par le matériel agricole et la terre.

Responsables: Eric Grenier (Inra)/ Anne-Claire Le Roux (FN3PT)

Objectifs :

Identifier et bien caractériser l'ensemble des voies de dispersion utilisées par les pathogènes est fondamental pour mettre en place un contrôle efficace et assurer la qualité sanitaire du territoire. La dispersion active des nématodes dans le sol est limitée à quelques dizaines de centimètres. Cependant, l'existence de certaines formes - comme le kyste ou les masses d'œufs - se caractérisent aussi par une meilleure survie dans le sol, une meilleure résistance à la température et aux variations d'humidité. Chez les nématodes à kyste les structures génétiques des populations sont en accord avec la dispersion à longue distance, au moins dans les écosystèmes agricoles.

Contenu envisagé et Résultats attendus :

De premières investigations ont été réalisées dans le cadre de Nematools sur les voies de dissémination des nématodes par les pratiques agricoles. Fort des résultats acquis (identification de kystes et ADN de nématodes à kyste dans la tare terreuse transportée par les arracheuses, pouvoir dispersif intra-parcellaire de différents engins), il s'agira de poursuivre les investigations initiées sur les objectifs suivants :

- 1) Caractériser le pouvoir dispersif intra-parcellaire de la succession d'engins utilisés en production de PdeT de conso via une approche expérimentale en situation de plein champs à partir de billes de plastique (suivi temporel et spatialisé sur la / les parcelles d'essais).
- 2) Caractériser plus précisément le pouvoir dispersif inter-parcellaire des arracheuses en fonction des caractéristiques de sol, d'humidité mais aussi des caractéristiques techniques de l'arracheuse en réalisant des prélèvements de sol sur les engins lors des chantiers d'arrachage puis des analyses pour détecter et quantifier les kystes présents.
- 3) Caractériser la probabilité d'avoir un transport passif inter-parcellaire réussi en fonction de la distance inter-parcellaire et du niveau d'infestation de la parcelle source (lien entre niveau d'infestation sur la parcelle et sur l'arracheuse et entre variation de la tare terreuse sur l'arracheuse entre 2 parcelles).
- 4) Développer des méthodologies d'échantillonnage et de diagnostic par séquençage permettant de caractériser l'état sanitaire de la tare terreuse transportée au cours des chantiers récolte.
- 5) (si contribution SHS) Gérer le matériel pour limiter le transfert de pathogènes telluriques d'un champ à l'autre. Il s'agira d'élaborer un calendrier de l'utilisation du matériel visant à limiter la contamination entre les champs tout en permettant le travail agricole via la mise en place d'un modèle d'allocation dans le temps et l'espace des machines agricoles collectives permettant de satisfaire un critère d'efficacité lié à la réalisation des tâches agricoles et un autre lié à la diffusion des nématodes due à l'utilisation des machines.

Une partie de ces travaux sont conduits dans le cadre du projet CASDAR Nematools (2014-2018) «*Développement d'outils pour la maîtrise durable du risque nématodes en plant de pomme de terre et cultures en rotation* ».

Livrables et échéances :

-) étude de dissémination de bioagresseurs par divers vecteurs (matériel, terre, tubercules, etc.)

Moyens à consacrer :

Travaux conduits sur fonds propres des partenaires (temps) et dans le cadre du projet Nematools

Partenaires :

INRA, FN3PT/RD3PT, OP

GENETIQUE et INNOVATION VARIETALE

Responsable de l'axe thématique : Marie-Claire Kerlan (Inra)

Depuis quelques années, l'agriculture est face à de nouveaux défis qui résultent 1) pour les producteurs de l'évolution du contexte réglementaire avec le retrait complet ou partiel de nombreux produits, et 2) des attentes des distributeurs et des consommateurs qui se tournent de plus en plus vers des produits labélisés, issus de méthodes de production respectueuses de l'environnement. Ces défis correspondent au développement de méthodes de lutte novatrices dans lesquelles l'utilisation de la résistance génétique joue un rôle important.

Dans le cadre d'InnoPlant², nous avons choisi de nous focaliser sur trois domaines clés d'innovation en matière de génétique et d'innovation variétale dont certains sont la continuité des actions conduites

dans le cadre l'UMT InnoPlant (2012-2017) : l'exploitation des ressources génétiques pour la résistance à des bioagresseurs impactant très fortement le plant de pomme de terre et son aval (les *Pectobacterium* et *Dickeya*, le virus Y et le mildiou) (Action G1), et le développement de nouveaux outils technologiques et la veille technologique (Action G2). D'autres actions sont nouvelles : comportement de géniteurs résistants à un bio-agresseur en situation de multi-infection (action G3).

) **Action G.1 : Ressources génétiques et résistance aux bioagresseurs :**

o **Résistance génétique aux bactéries pectinolytiques**

Responsables de l'action : Valérie Hélias (FN3PT) + Marie-Claire Kerlan (Inra).

Objectifs :

L'utilisation de résistances génétiques constitue une perspective intéressante pour lutter contre *Pectobacterium* et *Dickeya*. A la fin des années 1990, des géniteurs présentant des niveaux élevés de résistance à *P. atrosepticum*, considéré alors comme majoritairement responsable des dégâts, avait été identifié par l'INRA et mis à disposition de l'ACVNPT. Certaines de ces résistances ont été introduites par croisement dans divers matériels (variétés ou hybrides en cours de sélection). La question de l'efficacité des résistances vis-à-vis des espèces bactériennes nouvellement identifiées s'est donc posée. Des travaux de caractérisation des ressources génétiques et variétés conduits dans le cadre du premier programme de travail de l'UMT ont mis en évidence un bon comportement de certains clones vis-à-vis de l'ensemble des espèces bactériennes testées lors de tests de pourritures sur tubercules.

Les objectifs du nouveau programme visent désormais à évaluer les ressources génétiques et variétés pour leur sensibilité à la maladie de la jambe noire et analyser l'architecture génétique de ces résistances vis-à-vis de la pourriture molle en utilisant des données de génotypage préalablement acquises par l'Inra sur une collection de géniteurs (Esnault F., projet LDPot, Metaprogramme Selgen).

Contenu envisagé

Résistance génétique à la jambe noire

-) Phénotypage du matériel (24 géniteurs) préalablement évalué vis-à-vis de la pourriture molle sur tubercules dans le cadre du programme de travail de l'UMT InnoPlant¹ vis-à-vis de la pourriture sur tige (Jambe Noire) : mise au point et validation de la méthodologie de phénotypage vis-à-vis de la jambe noire en conditions contrôlées et au champ.

Résistance génétique à la pourriture molle

-) Une valorisation des acquis obtenus lors du premier programme de l'UMT sous la forme d'un article scientifique sera réalisée. Elle portera sur les résultats de l'évaluation des ressources génétiques (24 géniteurs et une dizaine de variétés des obtenteurs) pour leur résistance à la pourriture molle. Ces travaux intégreront les résultats obtenus à partir de souches bactériennes représentantes des espèces/ sous-espèces de *Pectobacterium* et *Dickeya* associées aux dégâts en végétation identifiées au travers les travaux de diversité et d'épidémiologie.
-) Une analyse d'association entre les données de phénotypage et les données de génotypage préalablement acquises (puce SNP 8K) sera menée. L'analyse de l'architecture génétique de la résistance sera conduite sur un panel d'environ 150 géniteurs dont les 24 génotypes précédemment analysés, et sélectionnés parmi le matériel étudié dans le cadre du projet LDPot (F. Esnault). Le matériel sera phénotypé vis-à-vis de tout ou partie des membres du cortège bactérien en commençant par *D. solani*.

Résultats attendus et livrables

- J Valorisation des résultats de phénotypage vis-à-vis de la pourriture molle obtenus au cours de la première période de l'UMT
- J Développement de méthodes de phénotypage adaptées pour la Pourriture Molle et Pourriture sur tige (pathosystèmes, tests tiges et tests tubercules)
- J Mise en évidence de comportements contrastés dans le matériel évalué
- J Identification de résistances dans les trois origines génétiques exploitées
- J Mise en évidence de possibles mécanismes de résistance différenciés
- J Identification de régions génomiques impliquées dans la résistance à la pourriture molle
- J Des marqueurs associés aux variations du comportement des géniteurs vis-à-vis du pathogène dont la validité en en Sélection Assistée par Marqueurs restera à analyser

Moyens à consacrer :

Travaux conduits sur fonds propres des partenaires avec possibilité de renforcement dans le cadre d'un projet collaboratif

Partenaires :

RD3PT, INRA, ACVNPT

- o **Résistance de la pomme de terre au virus Y**

Responsables de l'action : Laurent Glais (FN3PT) + Sylvie Marhadour (FN3PT)

Objectifs :

Malgré les contrôles mis en place pour éviter la dissémination du PVY en parcelle, celui-ci reste le premier pathogène viral responsable des infections virales sur pomme de terre. En raison des dommages qu'il cause sur cette culture, il est indispensable de proposer de nouveaux moyens de lutte. La résistance des plantes peut être l'un de ces atouts. Les objectifs au cours de ces 5 prochaines années vont être de mieux connaître les différentes composantes de la résistance pomme de terre face au PVY par des approches complémentaires de phénotypage et de génotypage.

Contenu envisagé et Résultats attendus :

- Caractériser les différentes formes de résistance présentes dans une collection française de génotypes afin de connaître le type (R_y , N_y , $Ny-1$, $Ny-2$) et la fréquence des différents gènes de résistance.
- Identifier des marqueurs moléculaires associés aux différents types de résistance
- Définir l'impact de ces résistances sur le cycle biologique du PVY (multiplication, migration) ainsi que sur son pouvoir pathogène (expression de symptômes nécrotiques) en fonction des populations virales considérées
- Proposer de nouvelles sources de résistance que nous aurons potentiellement identifiées ou celles présentant une résistance intéressante face au PVY, dans les schémas de création variétale

Livrables:

- Apport aux sélectionneurs et à l'INRA d'une meilleure caractérisation de leurs génotypes
- Acquisition de connaissances au niveau des interactions virus/plante en lien avec la résistance

Moyens à consacrer :

Travaux pour le moment conduits sur fonds propres de la FN3PT, avec possibilité de renforcement dans le cadre d'un projet collaboratif

Partenaires :

FN3PT/RD3PT + Inra + ACVNPT

- **Résistance de la pomme de terre au Mildiou:**

- 1- Identification de marqueurs moléculaires associés à une résistance durable au mildiou**

Responsables de l'action : Florence Esnault (INRA) + Sylvie Marhadour (FN3PT)

Contexte :

La pomme de terre constitue une culture qui présente un fort Indice de Fréquence de Traitement (IFT) total, dû principalement à l'utilisation de fongicides essentiellement liée à la lutte contre le mildiou causé par *Phytophthora infestans*. Un certain nombre de gènes R de résistance au mildiou ont déjà été identifiés mais la plupart ont été rapidement contournés. Des facteurs de résistance partielle ont également été identifiés sur tous les chromosomes, avec des intervalles de confiance et des contributions à la variation du caractère très variables. L'évolution des souches de mildiou en termes de virulence, d'agressivité et de type sexuel a des répercussions sur le niveau de résistance des variétés qui ont été sélectionnées vis-à-vis de ce caractère. Ainsi, le déterminisme complexe des résistances partielles devrait les rendre moins facilement contournables, donc plus durables et plus stables dans une grande diversité d'environnements. Toutefois elles paraissent difficilement sélectionnables sans l'utilisation de marqueurs. La génétique d'association est une stratégie adaptée pour développer ces résistances complexes et a déjà été utilisée avec succès chez la pomme de terre.

Objectifs :

Les objectifs sont d'identifier des marqueurs moléculaires associés à des facteurs de résistance plus stables et potentiellement plus durables au mildiou, marqueurs moléculaires qui sont de plus portables dans différents fonds génétiques.

Contenu envisagé et Résultats attendus :

Ces travaux seront réalisés dans le cadre du projet PoTStaR sur un financement obtenu dans le cadre des actions Recherche du plan Ecophyto. Le projet est basé sur une stratégie de génétique d'association génome complet appliquée à une collection de 282 géniteurs issus des programmes de recherche menés à l'Inra de Ploudaniel dont les résultats seront connectés à ceux d'un projet analogue mené sur une collection de 3 sélectionneurs français. Cette stratégie de génétique d'association sera conduite en utilisant des données de phénotypage qui seront acquises dans le cadre du projet PoTStaR ou qui ont été acquises dans le cadre d'un projet conduit par la FN3PT et des données de génotypage acquises dans de précédents projets (Projet LDPot piloté par l'Inra et Projet conduit par la FN3PT).

Livrables et échéances :

- marqueurs moléculaires associés à une résistance plus durable au mildiou
- marqueurs moléculaires portables dans différents fonds génétiques

Moyens à consacrer :

Projet PoTStaR

Partenaires :

Inra, FN3PT, ACVNPT

- 2- Caractérisation de la collection de géniteurs Inra avec un set de marqueurs e-SSR associés au facteur de résistance au mildiou présent sur le chromosome IX**

Responsables de l'action : Florence Esnault (Inra) + Sylvie Marhadour (FN3PT)

Contexte :

Un set de marqueurs e-SSR permettant de suivre un facteur de résistance au mildiou présent sur le chromosome IX a été développé par la FN3PT en analysant des populations de cartographie et une collection de géniteurs utilisés par les sélectionneurs (Méar et al 2015). Parmi ces marqueurs, ceux qui expliquent le plus la résistance au mildiou et qui sont plus faciles à analyser ont été sélectionnés pour être transférés dans les laboratoires des sélectionneurs adossés aux OP Plants (Marhadour et Méar, rapport interne). Ainsi, 6 marqueurs organisés en 3 multiplexes ont été mis au point.

Objectifs :

Les objectifs sont d'analyser la collection de géniteurs améliorés développés par l'Inra et mis à disposition des sélectionneurs (Chauvin et al 2015 Asirpa) avec ce set de 6 marqueurs afin d'étudier leur fréquence dans cette collection.

Contenu envisagé et Résultats attendus :

Les géniteurs Inra qui seront évalués pour la résistance au mildiou dans le cadre du projet PoTStar seront génotypés avec les 3 multiplexes.

Livrables et échéances :

- fréquence de ces marqueurs au sein des géniteurs résistants et selon les sources de résistance
- fréquence de ces marqueurs au sein des géniteurs sensibles

Moyens à consacrer :

Doit pouvoir se faire sur fonds propres de l'Inra

Partenaires :

Inra, FN3PT, ACVNPT

J Action G.2 : Nouveaux outils et veille technologique :

- o **Analyse des caractéristiques de différentes technologies de révélation des SNP à des fins de transfert**

Responsables de l'action : Sylvie Marhadour (FN3PT) + Florence Esnault (Inra)

Objectifs :

Les marqueurs de type SNP sont des outils utilisables pour la Sélection Assistée par Marqueurs. Plusieurs technologies de génotypage sont possibles qui diffèrent par leur chimie, leur débit (nombre de marqueurs * nombre d'individus) mais aussi leur coût, les équipements nécessaires, les moyens requis en analyse de données,... Cette action consiste à compléter les analyses engagées dans le premier programme de l'UMT.

Les objectifs sont de :

- J compléter les premiers résultats obtenus en HRM (High Resolution Melting analysis)
- J compléter la comparaison des différentes méthodes de génotypage de SNP en axant notamment sur les possibilités d'utilisation des équipements pré existants dans les laboratoires,
- J déterminer la méthode la plus adaptée selon la configuration requise en n'excluant pas le recours à la prestation externe

Contenu envisagé:

-)] réalisation de tests pour analyser l'effet des types d'équipement, de la qualité de l'ADN, des fonds génétiques sur un panel de SNP et un panel de chimies préalablement ciblés
-)] évaluation des coûts selon les configurations requises

Résultats attendus :

-)] expertise technique sur les technologies à des fins de conseil pour décider de la méthode la plus adaptée

Livrables:

- tableau comparatif des possibilités et contraintes de chaque méthode
- identification des facteurs ayant le plus d'impact sur les résultats
- identification de sociétés possibles pour la prestation externe
- identification des besoins en formation

Moyens à consacrer :

Travaux conduits sur fonds propres des partenaires ou dans le cadre d'un projet pour nouveaux travaux

Partenaires :

FN3PT/RD3PT, Inra, laboratoires des OP

- o **Veille sur les nouvelles techniques de modification du génome (New Breeding Techniques ou NBT)**

Responsable : Laura Chauvin(Inra) + Sylvie Marhadour (FN3PT)

Les biotechnologies végétales évoluent constamment et offrent un large spectre de méthodes et outils. Leurs applications dans le domaine de l'amélioration des plantes sont multiples : outils de connaissance et sources d'innovations. Une veille technologique et réglementaire dans ce domaine couplée à une animation est proposée. Des opportunités de s'informer sur ces biotechnologies, sur les objectifs et les résultats de projets en cours seront donnés à travers de rencontres, débats ou séminaires.

Objectifs :

-)] veille et structuration de la réflexion sur ces techniques
-)] veille technologique et réglementaire
-)] opportunité d'échanger et de dialoguer (entre les partenaires et avec des personnes ressource)

Contenu envisagé:

-)] informations scientifiques et réglementaires
-)] connaissances et résultats scientifiques via les projets en cours notamment PotatoCRISP en déclinaison sur la résistance au virus Y.

Livrables:

- Veille sur les outils
- Réunions, séminaires

Moyens à consacrer :

Fonds propres (temps) et via participation des partenaires à des projets (PotatoCrisp financé par Plant2Pro Institut Carnot))

Partenaires :

INRA, FN3PT & ACVNPT, Institut Carnot Plant2Pro pour le projet PotatoCrisp

) Action G.3 : Multipathogènes : Résistance et Infections multiples

Responsables de l'action : Marie-Claire Kerlan et Josselin Montarry

Objectifs :

Les établissements publics de recherche et les entreprises privées de sélection investissent fortement dans la création de variétés résistantes aux maladies, mais celles-ci sont très souvent le fruit de schémas de sélection mono-pathogènes. Pourtant, ces variétés sont, et seront de plus en plus, déployées dans des agroécosystèmes où elles sont attaquées simultanément par un cortège d'agents pathogènes. Effectivement, les changements globaux impactant les agroécosystèmes, c'est-à-dire la réduction de l'utilisation des pesticides, le changement climatique et la mondialisation des échanges, accroissent la probabilité d'occurrence simultanée sur une même plante cultivée de plusieurs agents pathogènes.

Contenu envisagé et Résultats attendus :

L'enjeu de cette action est de déterminer si l'efficacité des résistances végétales est modulée en situation d'infections multiples, c'est-à-dire de mesurer l'efficacité de la résistance vis-à-vis d'un pathogène lorsque la plante est confrontée, à la fois, au pathogène ciblé et à un co-infectant. Elle testera, sur la pomme de terre, l'effet d'agents pathogènes telluriques (comme par exemple *Rhizoctonia solani*) et aérien (comme le PVY) sur la modulation de l'efficacité de résistances ciblant des agents pathogènes tellurique (comme le nématode à kyste *Globodera pallida*) ou aérien (*Phytophthora infestans*). Le choix des modèles prioritaires pourra être orienté, voire élargi en s'appuyant sur des problématiques ou associations constatées en culture

L'utilisation de différentes souches (isolats ou populations) des infectants ciblés ou non par les résistances et de différentes variétés (ou génotypes) de pomme de terre issues de plusieurs sources de résistance ou présentant différents fonds génétiques permettra de conclure à la généralité de la modulation. L'incidence du positionnement séquentiel des co-infections sur la modulation de l'efficacité de la résistance sera également évaluée en testant l'effet du co-infectant (non ciblé par la résistance) lorsqu'il arrive avant, en même temps ou après l'agent pathogène ciblé par la résistance.

Livrables:

- Connaissances sur la modulation de la résistance génétique en cas d'infection multiple
- Les résultats obtenus seront transférés aux différents acteurs de la filière via l'UMT InnoPlant² et permettront à terme d'orienter le choix des variétés résistantes à privilégier dans différents bassins de production, en anticipant l'efficacité de la résistance dans des environnements variés en termes de pression parasitaire.

Moyens à consacrer :

Travaux initiaux conduits sur fonds propres des partenaires et selon résultats, possibilité d'un projet pour travaux complémentaires

Partenaires :

INRA, FN3PT, ACVNPT

NOUVEAUX BESOINS ET INNOVATIONS DANS LES SYSTEMES DE CULTURE

Responsable de l'axe thématique : Nathalie Moutier (Inra)

Les plants de pomme de terre sont actuellement produits dans différents systèmes de culture qui vont être amenés à évoluer dans les prochaines années suite aux évolutions réglementaires et environnementales (développement du biocontrôle, diversification des productions, réduction des intrants, impact des changements climatiques, ...).

Il va donc être indispensable :

- 1) de mener une réflexion prospective sur les systèmes de culture futurs et de définir les nouveaux besoins en matière de cultures en rotation, de gestion des inter-cultures, d'itinéraires techniques et de variétés adaptés à ces nouveaux systèmes,
- 2) de concevoir, construire puis évaluer ces systèmes de cultures innovants dans des dispositifs multi-siltes.

Dans le cadre de l'UMT InnoPlant², nous souhaitons nous focaliser sur 3 actions :

- une action de réflexion prospective sur les changements globaux, leurs conséquences sur les systèmes de production actuels et la définition de nouveaux systèmes de culture permettant de prendre en charge ces changements, une action ciblée vers la production de plants en agriculture biologique (quels besoins en variétés spécifiques adaptées à ce mode de production et quels seraient alors les verrous techniques à lever pour les cultiver ?)
- une action de réflexion sur l'utilisation de variétés de pomme de terre 'pièges à nématodes' en inter-culture afin de diminuer la pression de ce ravageur dans la rotation culturale.

- **Action SC.1 : Prospective pomme de terre face aux changements et conséquences sur les systèmes de production de plant**

Responsables de l'action: Nathalie Moutier (Inra) + Didier Andrivon (Inra)

Objectifs :

- a) Face aux changements globaux (climatiques, sociétaux, réglementaires, technologiques, etc.) et aux nouveaux besoins des utilisateurs susceptibles d'impacter à l'avenir le secteur agricole, l'UMT InnoPlant pourrait organiser une réflexion prospective sur les scénarii d'évolution et leurs conséquences sur des productions spécifiques comme les plants et plus largement la pomme de terre ainsi que la demande variétale associée. Cette contribution est envisagée via l'organisation de partage d'informations entre des experts extérieurs et des acteurs de la filière.
- b) Un deuxième volet pourrait consister à participer à des initiatives visant à concevoir, expérimenter et évaluer des systèmes de culture économes en intrants adaptés aux différents types de production de pomme de terre, à différents niveaux de rupture

Contenu envisagé:

- a) Organisation d'un séminaire associant des experts et spécialistes (changement climatique et agriculture, physiologie de la plante et adaptation aux stress, agronomes, sélectionneurs, techniciens, etc..)
- b) Participation à un éventuel projet sur la co-construction de nouveaux systèmes de production économes en intrants

Résultats attendus et livrables:

- a) organisation d'un séminaire / réunions et élaboration de scénarii,
- b) contribution au montage d'un réseau

Moyens à consacrer :

a) Travaux à initier sur fonds propres des partenaires avec invitation possible d'intervenants extérieurs

b) Action à conduire dans le cadre de projet (exemple via Ecophyto Dephy Expé V2 : AAP juin 2017)

Partenaires :

a) FN3PT, Inra et partenaires associés + intervenants extérieurs ?

b) les membres du réseau informel "Pomme de terre économe en intrants, dont l'AB", constitué en mars 2015, intéressés par la thématique

- **Action SC.2 : Production de plants en Agriculture biologique**

- **Action SC2.1 Idéotypes variétaux en AB** : *Quelles variétés de pomme de terre sélectionner pour des systèmes de culture en AB ?*

*Responsable de l'action : Nathalie Moutier, Inra**

**en lien avec Mathieu Conseil de l'ITab, porteur du projet VarPotBio*

Objectifs :

Dans un premier temps

- identifier clairement les besoins, en matière de variétés, de la filière pomme de terre biologique (de la production à la distribution, pour le marché du frais et de la transformation), et les problèmes techniques auxquels elle est confrontée et pour lesquels la sélection peut apporter une réponse (au moins partielle)
- déterminer, par une approche participative impliquant les acteurs de la filière (sélectionneurs, producteurs, transformateurs, distributeurs, consommateurs) les critères spécifiques de sélection à appliquer pour développer des variétés en AB et pour l'AB
- identifier dans le matériel génétique existant, les géotypes en fin de sélection ou variétés déjà inscrites potentiellement adaptées à l'AB
- commencer à réfléchir à la mise en place d'un dispositif adéquat de sélection, évaluation et inscription pour les variétés en AB

Dans un second temps

- finaliser la conception des idéotypes que l'on pense adaptés à la culture en AB et réfléchir aux itinéraires techniques à tester en AB (ateliers de co-conception)
- réfléchir au réseau de parcelles expérimentales que nous pourrions mobiliser, pour évaluer ces idéotypes variétaux de pomme de terre pour l'Agriculture Biologique (évaluation multi-critères)
- en soutien aux commissions pomme de terre et intersection AB du CTPS, réfléchir à la méthodologie à adopter et au réseau à mettre en place pour l'évaluation en AB des variétés adaptées et à inscrire au catalogue (et faciliter leur inscription)

Contenu envisagé, Résultats attendus et livrables :

Compilation pluriannuelle de la répartition variétale, pour la pomme de terre, en termes d'utilisation par les producteurs bio et en termes de multiplication en AB des semences certifiées

Identification et priorisation des besoins de la filière pomme de terre bio en termes de recherche variétale. Connaissance de l'utilisation de variétés et degré de satisfaction (+ raisons de l'insatisfaction éventuelle)

Description et analyse détaillée des principaux systèmes de production AB (itinéraires culturaux, rotations, problèmes sanitaires, marchés visés, ...)

Définition d'une liste de critères spécifiques de sélection à appliquer pour développer des variétés en et pour l'Agriculture biologique, en fonction des systèmes de production et des marchés visés

Préconisations à l'ensemble des acteurs de la Recherche-expérimentation dans le domaine des pommes de terre biologiques, quant aux critères à observer en priorité dans les essais de criblage variétal ou d'évaluation post-inscription.

Valorisation possible des résultats dans le cadre de différentes réunions professionnelles (Groupe de travail "Pomme de terre bio" en cours de constitution par Arvalis, CNIPT et ITAB ; Section Pomme de terre du CTPS ; Intersection AB du CTPS (CISAB)...) ou de journées techniques (Journées FN3PT/GNIS, Journée Pomme de terre Arvalis 2018, Tech&Bio 2019...).

Echéances : octobre 2018 (phase de co-conception des idéotypes) puis avril 2022 (phase d'évaluation)

Moyens à consacrer :

Travaux à conduire dans le cadre de projets collaboratifs (+ fonds propres des partenaires):

- CTPS VarPotBio 1^{ère} phase Prospective (novembre 2017-octobre 2018) « Vers la co-conception d'idéotypes variétaux pour l'AB »
- CTPS VarPotBio 2^{ème} phase Recherche appliquée (novembre 2018-avril 2022) : mise en place d'un dispositif d'évaluation multi-sites et multi-critères des idéotypes retenus, en lien avec les pratiques agricoles et les systèmes de culture en AB (essais au champ en 2019, 2020 et 2021) en vue de l'inscription de variétés pour leur utilisation en AB (travail sur le principe d'une boucle de progrès conception/évaluation)
- CTPS VarPotBio 2^{ème} phase AMS : méthodologie à adopter et réseau à mettre en place pour l'évaluation en AB des variétés adaptées et à inscrire au catalogue (et faciliter leur inscription). Certains critères évalués en conventionnel sont-ils "transférables" à l'AB ? D'autres critères doivent-ils être évalués obligatoirement en AB ? Quels témoins utiliser en AB ?

Partenaires :

INRA Rennes + ITAB + structures enquêtées et acteurs de la filière qui participeront à la co-conception et à l'évaluation des idéotypes variétaux pour l'AB (incluant les membres du réseau informel "Pomme de terre économe en intrants, dont l'AB", constitué en mars 2015).

○ **Action SC2.2 Plants de pomme de terre biologiques**

Responsables de l'action : Yves Le Hingrat (FN3PT)

Objectifs :

Les semences et plants sont un maillon-clé en production biologique, face à l'absence de moyens curatifs et l'interdiction des produits phytosanitaires de synthèse pour pallier certaines attaques parasitaires. Le développement de la production et de l'offre en semences et plants produits conformément au cahier des charges de l'agrobiologie est donc essentiel dans l'objectif du

développement de l'agriculture biologique. La production de plants de pomme de terre, répondant à la fois aux règles de la production biologique et aux règles spécifiques à la certification des plants représente actuellement en France moins de 2 % des surfaces mais elle progresse régulièrement, avec des surfaces multipliées par six depuis dix ans et elle devrait augmenter sensiblement avec l'arrêt programmé des dérogations à partir de 2018.

Contenu envisagé:

Le premier objectif de cette action est d'identifier plus précisément les verrous techniques et organisationnels qui freinent le développement de la production de plants en agriculture biologique, en s'appuyant sur une étude stratégique portant sur les forces et faiblesses de ce secteur ainsi que sur les opportunités et menaces associées à son environnement. Cette action serait conduite en concertation avec les acteurs de terrain dans les trois régions de production de plants de pomme de terre (Hauts de France, Bretagne, Centre) et viserait également à caractériser et prioriser les besoins de recherche permettant de lever des freins au développement de la production de plant biologique. Cette analyse sera conduite en lien avec le GNIS qui gère la base de données www.semences-biologiques.org sur l'offre dans ce domaine. Elle rejoindrait l'enquête menée sur toute la filière pomme de terre dans l'action 3.2.1 sur le volet variétal.

Au-delà de l'analyse SWOT, l'UMT InnoPlant pourrait apporter sa contribution dans la mise en place et appui de travaux et projets visant à lever des verrous techniques majeurs identifiés en production de plants biologiques

Résultats attendus et Livrables:

-) Identification des verrous techniques et besoins de recherche prioritaires en plants bio
-) Evaluation et transfert d'innovations (selon projets)
-) Organisation d'une session spécifique sur l'AB au prochain Carrefour Recherche

Moyens à consacrer :

-) Fonds propres (temps) ou projet(s) pour nouveaux travaux

Partenaires :

FN3PT/RD3PT; Organisations de Producteurs (Bretagne-Plants, Comité Nord et Comité Centre-et-Sud), GNIS, Aval douar beo, ITAB (cf. ATT), INRA ?

) Action SC.3 : Plantes de service : éléments de réflexion concernant l'espèce végétale *Solanum* spp ou d'autres plantes

Responsable de l'action : Sylvain Fournet (Inra), Anne-Claire Le Roux (FN3PT)

Objectifs :

La volonté d'utiliser moins de pesticides doit entraîner et favoriser l'utilisation de bouquets de méthodes permettant de maintenir le/les ravageurs sous des seuils économiquement acceptables par addition de leurs effets respectifs. Contre certains ravageurs, comme les nématodes à kyste du sol (*Globodera pallida* et *G. rostochiensis*), l'utilisation de variétés résistantes en interculture, peut apporter une solution parfaitement adaptée, permettant de réaliser ensuite un choix variétal fortement dicté par le débouché commercial. Cette opportunité est clairement affichée dans le projet de feuille de route 2015-2019 du CTPS dans l'action n°4 T2 « Promouvoir la diversité génétique / Créer les conditions d'examen et d'inscription de variétés d'espèces non cataloguées ». Ces variétés, dites « de service », pourront être utilisées comme « plantes auxiliaires ou dépolluantes ». L'objectif de cette action est double :

- Définir les caractéristiques clés et les critères de sélection d'une variété de service contre les nématodes à kystes (GP et GR). Cette démarche pourra être élargie à d'autres pathosystèmes selon l'opportunité et les ressources génétiques disponibles ou à d'autres types de service. On peut citer par exemple les nématodes *M. chitwoodi* et *M. fallax* pour lesquels des travaux ont été initiés dans le cadre du projet Nematools sur l'effet de diverses espèces végétales.
- Mettre quelques candidats à l'étude en réalisant une évaluation multi-critères permettant d'évaluer à la fois, la qualité du service rendu et l'existence de dis-services éventuels.

Contenu envisagé:

Cette action se déroulera en trois étapes successives.

- Sur la base de l'expertise des différents partenaires de cette action, il conviendra d'identifier les critères définissant l'idéotype de service anti-nématodes et les critères de sélection permettant de sélectionner ce type de matériel. Les génotypes de pomme de terre éligibles à l'appellation « plantes de service » seront, au minimum, aussi efficaces que les variétés actuellement inscrites et possédant une résistance à GP et/ou à GR ; d'origines génétiques diversifiées et si possible différentes de celles utilisées pour la variété de consommation pour optimiser la durabilité des facteurs de résistances utilisés dans les deux catégories de matériel végétal (conso et service) ; en mesure de se développer rapidement avec un chevelu radiculaire abondant ; performants dans des conditions climatiques automnales ; une densité foliaire élevée afin d'éviter les problèmes d'adventices. Un travail similaire sera mené sur les espèces *M. chitwoodi* et *M. fallax*.
- La seconde étape consistera à identifier un ou plusieurs génotypes correspondant à l'idéotype déterminé à l'étape 1 ou répondant à un maximum des critères retenus.
- La troisième étape consistera à tester l'efficacité des génotypes de service candidats en conditions naturelles ou en conditions contrôlées. L'efficacité sera évaluée par des prélèvements de sol réalisés avant plantation et après destruction de la culture afin d'évaluer la réduction du nombre de larves par kystes correspondant à leur éclosion et à leur pénétration dans les racines. Pour les nématodes à galle, il s'agira d'évaluer la réduction du nombre de larves dans les échantillons de sol après culture et le comparer au nombre de larve avant la mise en place de la culture. En conditions naturelles, les tubercules ou les autres plantes de service seront donc plantés dans des parcelles de production, naturellement contaminées. En conditions contrôlées, les tubercules ou plantes de services seront plantés dans des pots contenant un sol provenant de parcelles naturellement contaminées.

Résultats attendus et livrables :

- Définition d'idéotypes de service et des critères de sélection permettant de sélectionner ce matériel végétal.
- Génotypes de service nématocides (nématodes à kyste, nématodes à galle).
- Autres plantes de service permettant de diminuer les populations de nématode présentes au champ.

Moyens à consacrer :

Fonds propres (temps) et projets pour nouveaux travaux de sélection et de validation

Partenaires :

INRA, FN3PT, ACVNPT

NUMERIQUE ET OUTILS INNOVANTS DE PILOTAGE

Responsables de l'axe thématique : Yves Le Hingrat (FN3PT)

Comme tous les secteurs de l'économie, l'agriculture et la recherche associée font face à un développement exponentiel des outils numériques et des données produites qui offre des perspectives nouvelles pour la recherche et le développement.

Comme évoqué dans le rapport Agriculture-Innovation 2025, « la conjonction du développement des technologies d'acquisition massive de données [au laboratoire et] au champ, des capacités de stockage et de traitement informatiques, embarquées ou déportées [...] crée un nouveau gisement de données, et rend possible la création de nouvelles connaissances, de nouveaux services et outils d'aide à la décision (OAD) qui améliorent la précision et la pertinence des interventions ou des choix stratégiques des professionnels de l'agriculture ».

Dans le cadre d'InnoPlant, ces enjeux seront abordés au travers de trois types d'actions : 1) l'étude de l'acquisition et du traitement de données d'imagerie pour l'évaluation de l'état sanitaire des plantes, 2) la structuration et l'analyse de données massives associées à la R&D plant de pomme de terre et 3) l'intégration de données multiples pour la construction d'un outil d'évaluation du risque associé à la maladie de la Jambe noire pour améliorer le pilotage des cultures de plants.

) **Action N.1 : Imagerie pour l'évaluation de l'état sanitaire de la pomme de terre**

Responsable de l'action : Melen Leclerc (Inra)

Objectifs :

Dans un contexte où le phénotypage végétal est en plein essor, l'utilisation de méthodes d'imagerie pour la détection et la quantification des maladies végétales commence à émerger et le nombre de travaux mettant en évidence l'intérêt de l'imagerie pour la détection précoce et la quantification de maladies est grandissant. Les développements technologiques récents permettent aujourd'hui de réaliser assez facilement, à partir de divers capteurs d'imagerie (i.e. visible, hyperspectrale, fluorescence de chlorophylle, thermographique), des acquisitions à différentes échelles (tissu, organe, plante, couvert, paysage) que ce soit en fixe ou via des vecteurs (e.g. drones) pour des débits plus importants.

Le phénotypage de précision à haut débit des maladies représente un potentiel important pour renforcer les recherches dans le domaine du plant de pomme de terre, appuyer les études sur la qualité sanitaire, le développement des épidémies ou la résistance variétale ainsi que la gestion des maladies dans la filière. Néanmoins, un travail important d'appropriation des outils d'imagerie, de mise au point et de validation biologiques des méthodes est nécessaire pour un déploiement pertinent et optimal de ces outils en appui aux recherches et à la production. De plus, en parallèle des problématiques d'acquisition des images se pose la question du stockage, du traitement et de l'analyse des données générées par l'imagerie qui sont des défis majeurs pour les acteurs de la recherche et du développement du monde agricole.

Contenu envisagé:

Cette action Imagerie du projet UMT InnoPlant² vise à mettre au point des méthodes de phénotypage via imagerie pour répondre à quelques questions ciblées tout en s'insérant dans la dynamique de développement du phénotypage des interactions biotiques (e.g. Rencontres Phénotypage des interactions biotiques du département INRA Santé des Plantes et Environnement). Ces premiers développements pourraient se concentrer sur l'utilisation de l'imagerie hyperspectrale et visible au niveau de trois échelles pour 1) la détection et la quantification du mildiou de la pomme de terre au

champ, 2) la détection et la quantification du virus PVY sur des plantes en serre, 3) l'identification de maladies sur tubercule. Il s'agira alors de constituer des bases de données de référence avec des jeux d'images annotées (i.e. vérités terrains) associés à des données de validation biologiques. Afin d'étudier les limites de ces méthodes d'imagerie il sera important de les tester pour des conditions contrastées (e.g. niveau d'infestation, état physiologique et âge des plantes, combinaison avec d'autres stress). Enfin, ce travail d'acquisition des données et de validation biologique devra être accompagné par l'identification et le déploiement de méthodes statistiques pour le traitement des données.

Cette base de données pourra aussi alimenter l'application électronique **DiagPOT** sur les maladies, ravageurs et désordres de la pomme de terre qui est en cours de développement avec l'INRA de Bordeaux, la FN3PT, ARVALIS, le GNIS et l'UMT INNOPLANT et dont le déploiement est prévue courant 2017 pour les versions internet et smartphone.

Résultats attendus et livrables :

- bases de données d'images de références pour un nombre limité de pathosystèmes de la pomme de terre à différentes échelles d'étude (champ, plante, organe)
- identification de signatures spectrales pertinentes pour la détection des pathogènes associés
- évaluation des limites des méthodes d'imagerie pour la détection de pathogènes

Moyens à consacrer :

Au vu des moyens nécessaires pour l'acquisition de capteurs et le traitement de données et du travail de mise au point et de validation biologique des signatures observables pour chaque pathosystème, il est attendu que cette action soit réalisée dans le cadre d'un projet collaboratif.

Partenaires :

Au-delà des partenaires de l'UMT InnoPlant² (FN3PT, INRA), ce travail est envisagé en collaboration avec des compétences extérieures en imagerie et analyse d'image : PME spécialisées en imagerie et/ou des équipes de recherche en traitement d'image.

) Action N.2 : Structuration et analyse de données massives en plant de pomme de terre (Big data)

Responsable de l'action : Christophe Dargier (FN3PT)

Objectifs :

Un nombre croissant de données est généré par les activités de recherche et d'expérimentation en plants de pomme de terre ainsi que par le suivi de parcelles et les données agro-météorologiques qui y sont associées. Toutefois, à l'heure actuelle ces sources de données massives sont hétérogènes en termes de contenu et d'échelle spatio-temporelle et peuvent difficilement être mises en relation.

Pourtant, la synthèse de sources de données hétérogènes et massives représente un défi important pour l'acquisition de nouvelles connaissances (rapport Agriculture-Innovation 2025) et l'analyse de sources de données multiples est de plus en plus souvent utilisée pour tester une hypothèse ou un scénario ou pour évaluer les performances de pratiques ou systèmes agricoles.

Contenu envisagé:

L'une des actions de l'UMT pourrait être d'étudier les jeux de données complémentaires disponibles sur le terrain et en recherche-développement dans le domaine des plants de pomme de terre et d'explorer la structuration et l'analyse qui pourraient être faite de ces données (data mining) dans le cadre de travaux de recherche et d'études avec ou sans a-priori.

La première étape consistera à recenser les données internes (notations en parcelles de producteurs, enquêtes en production, notations d'essais, travaux de laboratoire..) et externes (données

météorologiques, de sol et d'environnement, notamment via des plate-formes type API-AGRO) et à s'assurer de la possibilité de structurer certaines de ces informations dans une base de données unique. La phase suivante sera d'étudier l'analyse et l'exploitation statistique qui pourraient être faites de cette base de données sur un ou deux cas-modèles, par exemple pour rechercher les associations préférentielles (clustering) afin d'identifier /quantifier les facteurs associés à l'expression de certains problèmes sanitaires comme la jambe noire ou les maladies à virus ou analyser les données d'un réseau expérimental.

Livrables :

-) inventaire des données et cahier des charges pour la structuration d'une base de données,
-) base de données massives (selon faisabilité)
-) étude-pilote avec l'analyse d'un jeu de données visant à mettre en évidence les associations (corrélation ou enchaînement de variables)

Partenaires :

FN3PT (SIFN et chercheurs), INRA Igepp, Mistea, GNIS (SI)

) **Action N.3 : Nouveaux outils pour le pilotage des cultures de plants**

o **OAD - Arbre de décision et d'évaluation de risque Jambe noire**

Responsables de l'action : Valérie Hélias (FN3PT), Melen Leclerc/Didier Andrivon (Inra)

La maladie de la jambe noire causée par des bactéries des genres *Pectobacterium* et *Dickeya* est responsable de dégâts importants en culture de plant avec d'importantes conséquences économiques. De nombreuses données ont été obtenues sur le terrain (notations en parcelles, enquêtes en production..) sur les pratiques associées à la maladie et les travaux de recherche-développement conduits par la FN3PT et les OP en relation avec l'INRA ont permis de les compléter pour mettre en évidence différents facteurs de risque de la maladie de la jambe noire et développer des outils performants de diagnostic ou de détection. Toutefois, si les facteurs favorables sont multiples et assez bien connus (humidité, mécanisation, historique plants...), leur importance relative demeure encore difficile à hiérarchiser, de même que leurs interactions.

L'objectif recherché est donc maintenant de valoriser l'ensemble des connaissances acquises au travers d'un outil intégrant la diversité des facteurs impliqués en conditions de production (pratiques, conditions pédoclimatiques, matériel végétal, etc.) pour estimer le risque d'expression et de développement de la maladie de la Jambe noire.

Cet outil d'évaluation du risque à partir des facteurs associés pourrait avoir deux types d'application : a posteriori pour étudier les pratiques ayant conduit à l'expression de maladie ou a-priori pour définir les itinéraires culturaux adaptés (guide de bonnes pratiques) ou orienter le choix des lots destinés à la replantation en plant en fonction des critères retenus (variété, objectif de classe, parcelle, ..)

Cette action serait conduite en concertation entre l'équipe Bactéries pectinolytiques du Rheu (VH-AQL) et les correspondants régionaux des OP. Un appui méthodologique de l'INRA serait utile, comme cela avait été le cas dans le projet Syspid, pour aider à la conception de nouveaux itinéraires ou systèmes de culture à partir du recueil des expertises techniques et scientifiques disponibles. Un volet modélisation est aussi envisageable à partir de cette agrégation de données, en fonction des compétences mobilisables sur le sujet. Le choix de l'outil de modélisation le plus approprié s'appuiera sur des expériences acquises par ailleurs sur différents projets au sein de l'unité IGEPP ou des travaux réalisés par l'ACTA au travers le RMT Modelia sur la modélisation et les analyses de données (François Brun et

al.). Ces travaux s'appuieront sur l'expertise scientifique, celle de terrain et de conceptualisation acquise depuis de nombreuses années par les partenaires.

Moyens à consacrer :

Travaux conduits en propre pour le premier volet et Au vu des moyens

Livrables :

- Arbre de décision et d'évaluation du risque JN
- Guide/ Outil d'aide à l'évaluation de risque ?

Partenaires : FN3PT/OP + INRA et expertise extérieure à mobiliser (RMT Modelia, ACTA)

TRANSFERT, VALORISATION, ANIMATION et FORMATION

Responsables de l'axe thématique : Bernard Quéré (FN3PT), Sylvie Marhadour (FN3PT)

Actions de communication et de valorisation :

Responsables: Bernard Quéré (FN3PT), Sylvie Marhadour (FN3PT), Anne-Sophie Grenier (Inra)

Objectifs

Au-delà des actions de communication « traditionnelles » des résultats de la recherche, le premier programme de l'UMT a été valorisé par la mise en place d'un site ouèbe et l'organisation de deux carrefours recherche en 2014 et 2016. Dans ce nouveau programme nous chercherons à diversifier les relais de communication et à passer sur **un mode de communication plus interactif**. Nous chercherons aussi à organiser à nouveau des événements du type carrefour, les retombées des deux premières éditions ayant été positives.

Les objectifs sont donc:

-) d'accroître la visibilité des travaux réalisés dans le cadre du programme de l'UMT
-) de relayer, dans les deux sens, l'information liée aux activités de l'UMT et celles spécifiques des partenaires
-) d'améliorer l'identification des besoins en recherche sur le plant.

Contenu envisagé et résultats attendus:

Nous chercherons, en tirant parti des expériences acquises lors de la première période, à améliorer l'organisation de la diffusion des informations en précisant une politique de communication : identification des cibles, des faits majeurs à relayer et des vecteurs selon les cibles.

Il faudra aussi répondre au besoin de définir et clarifier une stratégie et une politique de communication comprise et appliquée par les acteurs de l'UMT y compris les partenaires associés. Ce besoin concerne la communication vers l'extérieur mais aussi les communications scientifiques sur les travaux réalisés dans le cadre du programme de l'UMT. Il faudra veiller à garder de la souplesse, l'UMT n'étant pas directement dotée. La stratégie pourrait être spécifique de chaque axe voire action mais doit permettre d'améliorer la visibilité de l'UMT dans les productions.

Nous choisirons de nouveaux outils adaptés aux cibles préalablement identifiées et permettant une information interactive descendante et montante (compte et fil twitter, compte LinkedIn, contribution à la future plateforme d'échanges/forum producteurs de plant par de l'information scientifique, ...). Dans ce dispositif le site ouèbe existant, révisé vis-à-vis du nouveau programme, pourrait constituer le cœur dispositif.

Une enquête en ligne sera adressée aux producteurs sur leur vision des besoins en recherche sur le plant afin de compléter les résultats obtenus via le dispositif interactif utilisé lors du carrefour 2016.

Enfin les membres de l'UMT continueront à communiquer les résultats du programme de recherche par des publications et des communications dans des congrès. Des rencontres de type Carrefour recherche seront aussi organisés.

Livrables:

- stratégie et politique de communication sous forme d'un manuel ou guide
- nouvelle version du site web
- création et animation d'un ou plusieurs comptes sur les réseaux sociaux les plus pertinents selon les cibles retenues
- 3^{ème} édition du Carrefour
- enquête producteurs

Moyens à consacrer :

Fonds propres des partenaires (temps) et dotation Casdar UMT (via Acta)

Partenaires :

FN3PT, Inra et un relais à identifier chez les partenaires associés

Actions d'animation, de formation et de transfert

Responsable: Sylvie Marhadour (FN3PT) et Florence Val (Agrocampus Ouest)

Objectifs :

L'UMT génère des connaissances nouvelles et des innovations notamment de type outils. Selon les sorties, des publics différents peuvent être visés en terme de formation/transfert. Les objectifs sont, en lien avec l'action précédente axée sur la communication, de:

-)] diffuser des connaissances nouvelles acquises dans le cadre du programme afin de faire bénéficier la filière des acquis (nouvelles pratiques, nouveaux projets, ...)
-)] favoriser le transfert des innovations par la formation des acteurs de la filière et des étudiants des filières ingénieur et des lycées agricoles
-)] répondre aux besoins de formation (technique et scientifique) des partenaires à l'étranger

Contenus envisagés et résultats attendus:

Selon les publics visés : filière plant française, partenaires étrangers, filières aval, formation initiale des étudiants, ..., nous chercherons à identifier 1) les besoins par entretiens avec des personnes ressources de chaque type de public et 2) les possibilités d'offre en (ou besoins de) supports de formation et des personnes ressources en interne. Cela devrait améliorer la visibilité et élargir l'offre de formation et de transfert.

Nous chercherons, sur un petit nombre de thèmes prioritaires constituant le cœur du programme de l'UMT, à proposer des supports de formation adaptés à la formation interne ou initiale en collaboration avec des enseignants chercheurs d'Agrocampus Ouest et de l'Université de Rennes 1 de l'UMR IGEPP. Ce partenariat nous permettra de mobiliser et d'adapter un panel de formations pré existantes et potentiellement de bénéficier des services de la formation continue d'Agrocampus.

Ces supports pourront être utilisés dans des dispositifs déjà utilisés :

-)] réunions d'informations à destination des producteurs et des acteurs de la filière,

-) réunions d'information à destination des personnels en charge de l'inspection et de la certification (terrain et laboratoires),
-) formations aux outils de détection innovants.

Le développement d'outils numériques, vidéo, tutoriels, pourrait être intéressant pour favoriser les interactions entre les différents partenaires nationaux et internationaux. Il pourra être favorisé par le soutien de l'Université Bretagne Loire via le campus numérique rennais.

Des événements de type Summer School pourraient également être organisés selon les publics visés.

L'ensemble de ces éléments améliorera la coordination nationale du transfert et de la formation, en particulier vis-à-vis des OP et producteurs. En effet, nous acquerrons une meilleure connaissance des interactions préexistantes entre les professionnels et les établissements d'enseignement en région et devrions être en mesure d'identifier des nouvelles possibilités d'interagir. *Livrables*

-) liste des personnes ressources pour les entretiens sur les besoins en formation
-) liste des établissements et enseignants à entretenir
-) identification des possibilités d'offre de formations par thématique et des personnes/groupes ressources
-) possibilité de planification de sessions de transferts et de formation spécifiques des publics visés

Moyens à consacrer

Au-delà de moyens (limités) via la dotation UMT, ce type d'action pourrait être conduit en lien avec un RMT. Des actions de transfert et formation pourraient aussi être intégrées dans les projets de recherche lors de leur dépôt lorsque c'est possible.

Les entretiens peuvent se faire sur fonds propres (temps). Le développement de supports numériques ne peut se faire que dans le cadre de projets dédiés pour des raisons de temps et de compétences

Partenaires

FN3PT, UMR Igepp composante Agrocampus Ouest

3.3. Moyens et calendrier

- **Animation et pilotage**

- **Partenariat :**

Le projet d'UMT InnoPlant2 représente près d'une douzaine de chercheurs, ingénieurs et techniciens en Equivalent Temps Plein (ETP) de la **FN3PT/RD3PT** et de l'**INRA/IGEPP**, hébergés dans les locaux de l'Unité mixte de recherche IGEPP (Institut de Génétique, Environnement et Protection des Plantes - Le Rheu et Ploudaniel) de l'INRA de Rennes. Ce projet InnoPlant² a été co-construit autour d'actions communes décrites dans le programme de travail, avec la volonté de développer aussi une réflexion commune sur des sujets et problématiques d'actualité et de déposer plus de projets en communs, en combinant les expertises autour d'enjeux partagés.

Le programme sera conduit aussi en coopération avec les **partenaires associés** de l'UMT :

- le **GNIS** (Groupement National Interprofessionnel des Semences et plants) pour les travaux en lien avec la certification des plants de pomme de terre ainsi que la contribution de la Section **plants** de pomme de terre pour les aspects statistiques et besoins techniques en matière de recherche ou le volet plants biologiques

- **l'ACVNPT** (Association de Créateurs de Variétés Nouvelles de Pomme de Terre) dans le domaine des ressources génétiques et de l'amélioration variétale, en particulier pour la résistance génétique aux bioagresseurs de la pomme de terre ainsi que pour l'épidémiologie sur le mildiou de la pomme de terre, au vu de son impact sur la durabilité des résistances

Le programme associera aussi les partenaires habituels suivants pour conduire certains travaux ou projets prévus dans le projet d'InnoPlant2 :

- **Organisations régionales de Producteurs de plants de pomme de terre (OP)**: Comité Nord Plants / SIPRE, Bretagne-Plants/Bretagne-Plants Innovation, Comité Centre-et-Sud/Grocep qui sont associés à la réalisation et au transfert de nombreux travaux de la FN3PT

- **ANSES-Laboratoire de la Santé des végétaux** pour les travaux conduits sur les organismes réglementés et émergents dans le cadre de différents projets nationaux et européens ainsi que de **nouveaux partenariats** :

- **ITAB** (Institut technique de l'agriculture biologique) qui a accepté de s'associer à ce projet InnoPlant² pour l'action sur l'AB

- **Enseignement agricole (Agrocampus Ouest)** : pour le volet formation

- **Réseaux Mixtes Technologiques**, en particulier le RMT VegDiag sur le diagnostic et le RMT Modelia sur la modélisation et l'analyse de données (tous deux pilotés par l'ACTA)

- **Et des collaborations** avec d'autres équipes de recherche, instituts ou sociétés privées via des collaborations bilatérales ou projets de recherche-développement en France et à l'étranger.

- **Comité consultatif**: comme lors de la précédente période, un comité consultatif de l'UMT sera institué avec les membres du bureau de l'UMT, des représentants des partenaires fondateurs et associés de l'UMT et des chercheurs et ingénieurs impliqués dans l'UMT, ainsi que des experts extérieurs couvrant les divers axes thématiques de l'UMT et la prise en compte de l'aval de la filière. Il se réunira au moins une fois par an pour :

- examiner le déroulement général et le bilan annuel des travaux de l'UMT;

- examiner les perspectives d'évolutions des programmes de collaborations engagées, en cohérence avec les décisions des comités techniques de suivi des différents programmes ;

- identifier de nouveaux besoins de recherche et proposer des recommandations pour des actions de recherche, de développement ou de communication ou préparer des réponses à des appels d'offres qui pourraient être engagés dans le cadre de l'UMT.

- **Bureau** :

Un bureau de l'UMT sera constitué des personnes désignées par chaque partenaire fondateur pour le suivi des actions. Le bureau est chargé de l'animation de l'unité, de la coordination des partenaires et de suivi de l'exécution du programme annexé à la présente convention.

La FN3PT étant porteur du projet d'InnoPlant², l'animateur pressenti de l'UMT est Yves Le Hingrat, Responsable Recherche et développement de la FN3PT. Les co-animateurs INRA sont Marie-Claire Kerlan, généticienne, et Didier Andrivon, phytopathologiste ; ce binôme couvre deux compétences complémentaires et importantes dans le programme de travail proposé.

Le bureau travaillera en lien étroit avec les responsables des actions définies dans le programme de travail qui seront chargés de l'animation et de la coordination de leur thématique.

- **Moyens**

- **Personnel Affecté à l'UMT (ETP par an)**

Riche d'un historique de collaboration très dense et très fructueux entre l'INRA et la filière plants de pomme de terre et de l'expérience de la première UMT, InnoPlant² continuera à bénéficier de la mise en

synergie de compétences de génétique, de phytopathologie et d'une solide expertise généraliste sur l'ensemble des aspects techniques de la filière. Elle bénéficiera de l'apport de nouvelles compétences avec l'intégration de nouveaux chercheurs et expertise en nématologie, systèmes de cultures et protection intégrée, modélisation et imagerie ainsi que du service informatique de la FN3PT et d'experts extérieurs pour l'analyse de données. Des compétences extérieures seront également associées en fonction des actions et projets. Enfin, l'aspect formation sera conduit en lien avec Agrocampus Ouest.

La liste du personnel impliqué dans INNOPLANT2 est donnée en annexe et représente en moyenne les ETP suivants pour les partenaires principaux et associés :

	2018-2022
FN3PT/RD3PT	6,70 ETP
INRA IGEPP	3,90 ETP
GNIS	non évalué
ACVNPT	0,5 ETP

Le programme d'InnoPlant2 associera aussi d'autres compétences comme l'ITAB pour le volet agriculture biologique ou les partenaires de différents projets collaboratifs (ANSES, ITA, ACTA, etc.).

o **Autres moyens affectés à l'UMT**

L'UMT InnoPlant² sera hébergée dans les locaux de l'Unité mixte de recherche IGEPP (Institut de Génétique, Environnement et Protection des Plantes) sur les sites du Rheu et de Ploudaniel du centre INRA de Rennes.

Les moyens de l'UMR IGEPP qui seront mobilisés pour les travaux sont résumés ci-dessous :

- Laboratoires de recherche (biologie moléculaire, microbiologie, *culture in vitro* etc.
- Serres et Plateformes expérimentales (y compris serres et locaux confinés L2/S2),
- Parcelles d'expérimentation,
- Bureaux

Les travaux de recherche et développement seront conduits sur fonds propre des partenaires et dans le cadre de différents projets de recherche, engagés ou qui seront soumis en cohérence avec sa vocation et en lien avec le programme de travail de l'UMT.

La dotation Casdar à l'UMT sera affectée principalement aux actions est d'ores et déjà impliquée dans plusieurs projets structurants, nationaux

) **Calendrier**

Le programme de travail présenté ci-dessus porte sur une durée de cinq années, avec des livrables et échéances définis avec les responsables de chaque action, et prévus pour permettre des avancées au cours de cette période, en matière d'acquisition de connaissances, de développement d'innovations, de transfert des acquis et d'actions de communication.

Au-delà de la poursuite des actions engagées dans InnoPlant1, ce programme ambitieux prévoit aussi le montage de nouveaux projets pour conduire certaines actions identifiées dans le programme de travail de l'UMT ainsi que la mise en place d'actions prospectives et de veille face aux enjeux et défis auxquels est confrontée cette filière innovante et l'écosystème de R&D.

3.4. Conclusion

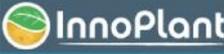
En sollicitant la labellisation de l'UMT InnoPlant², les objectifs sont de :

- consolider le partenariat actuel FN3PT/INRA en capitalisant sur l'expérience de l'UMT InnoPlant (2012-2017) avec ses partenaires associés ACVNPT et GNIS et ses autres partenaires traditionnels (OP, ANSES) et en s'ouvrant à de nouvelles collaborations (ITAB, RMT, autres équipes de recherche, sociétés, aval...) via notamment de nouveaux projets collaboratifs
- compléter et conforter les travaux engagés sur le sanitaire, les émergences et l'innovation variétale
- intégrer de nouvelles approches pour répondre à de nouveaux défis, en prenant en compte de nouvelles thématiques comme le numérique et les nouveaux outils pour le pilotage des cultures, l'agro-écologie et le développement du plant bio et de stratégies limitant le recours aux intrants, la réflexion sur les biotechnologies ainsi que l'ouverture aux problématiques de l'aval de la filière pommes de terre
- renforcer la réflexion prospective sur des problématiques d'actualité et d'avenir pour la filière
- amplifier la visibilité de ce dispositif de partenariat et la diffusion des résultats en renouvelant l'organisation du Carrefour Recherche plant de pomme et grâce à une politique de communication plus volontariste, la prise en compte de nouveaux modes de communication interactive ainsi que l'ouverture vers la formation et l'enseignement agricole.

En conséquence, ce nouveau projet d'UMT InnoPlant2 déposé dans le cadre de l'appel à propositions d'unités mixtes technologiques pour l'année 2017 doit permettre de consolider cette dynamique impulsée par la création de l'UMT InnoPlant et au-delà de renforcer l'innovation et la compétitivité du plant de pomme de terre certifié français.

ANNEXES

Annexe 1 : Fiche de présentation de l'UMT InnoPlant



Unité mixte technologique (UMT)

Deux partenaires fondateurs



Fédération Nationale des Producteurs de Plantes de Pomme de terre



Institut de Génétique, Environnement et Protection des Plantes



Deux partenaires associés

ACVNPT
Association des Créateurs de Variétés Nouvelles de Pomme de Terre



Groupement National Interprofessionnel des Semences et Plantes

Financement :
Les partenaires et la DGER



Affiliation au réseau ACTA

Contacts
Yves Le Hingrat (FN3PT)
Didier Andrivon (INRA)
Marie-Claire Kerlan (INRA)

Domaine de la Motte
Bp 35327
35653 LE RHEU Cedex

Keraiber
29260 Ploudaniel

InnoPlant, unité mixte technologique de recherche et d'innovation pour le plant de pomme de terre français



L'UMT INNO-PLANT, agréée en 2012, associe la FN3PT / RD3PT et l'INRA.

Elle vise à capitaliser sur les liens étroits entre la filière plant de pomme de terre et l'INRA pour **renforcer** leur partenariat de recherche et de transfert sur les facteurs clés de la **compétitivité du secteur**, notamment en matière de **qualité sanitaire et d'adaptation des techniques de production aux nouveaux besoins des destinataires et aux nouvelles exigences réglementaires et environnementales**, mais aussi pour explorer des **pistes innovantes** de rupture permettant de la renforcer.

Elle associe également le GNIS et l'ACVNPT pour certaines actions.

L'UMT est structurée autour de **quatre axes de travail**.

Favoriser la qualité sanitaire du plant et des territoires de production

- **Développer des outils d'identification et de caractérisation des parasites majeurs de la pomme de terre**
 - Virus Y, bactéries pectinolytiques (*Pectobacterium* and *Dickeya* sp), champignons (*Rhizoctonia solani*) ...
- **Evaluer, adapter et développer des outils de détection dans différentes matrices**
 - Ex: Détection par PCRq du virus Y dans les tubercules, détection des nématodes *Meloidogyne* et *Globodera* sp dans les sols, ...
- **Suivre les propriétés biologiques des populations de parasites présentes ou potentiellement émergentes**
 - Ex: Evolution des souches bactériennes des genres *Pectobacterium* et *Dickeya*, caractérisation du pouvoir pathogène et caractérisation moléculaire
 - Via des projets de recherche : Nematools sur les nématodes (pilote par la FN3PT) et Caliso sur *Candidatus Liberibacter solanacearum* (pilote par l'ANSES)



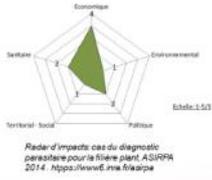
Développer les leviers d'une production à faibles intrants phytosanitaires

- **Exploiter la résistance génétique**
 - **Caractériser des gènes multi-résistants** : PVY, mildiou du feuillage, *Globodera pallida* et *Meloidogyne incognita*.
 - **Evaluer et caractériser le spectre et le déterminisme de résistances nouvelles** par exemple vis-à-vis des bactéries pectinolytiques *Pectobacterium* and *Dickeya*
- **Exploiter et structurer les ressources génétiques**
 - Positionner la diversité moléculaire et phénotypique des collections de gènes, maintenues dans le CRB BRACySol de l'INRA, et chez les obtenteurs
 - Développer des méthodes de cryoconservation de la pomme de terre pour la conservation à long terme des collections
- **Identifier et évaluer d'autres leviers limitant le recours aux pesticides**
 - Suivre l'évaluation des pratiques culturales en production de plants: enquêtes pour analyser le lien entre l'expression de la maladie et les pratiques agronomiques, ...
 - Combiner des stratégies innovantes basées sur la complémentarité des pratiques et des résistances variétales: Implication dans la construction d'un réseau national autour de la réduction d'intrants en pomme de terre, ...



Organiser les acteurs pour préserver la compétitivité

- **Quantifier l'impact des recherches pour la filière plant**
 - Ex: Etude ASIRPA (Etude de la Recherche Publique Agronomique) sur le diagnostic sanitaire et sur le développement de gènes de résistance pour la filière : 3 principaux types d'impacts : économique, sanitaire et politique
- **Etudier les facteurs de compétitivité de la production de plants de pomme de terre**
 - Ex: Création d'une commission au niveau de la FN3PT et échanges au niveau de l'ESPG (European Seed Potato Growers Association) : Mise en place d'enquêtes au niveau européen



Renforcer la lisibilité de la filière et de ses travaux

- Réalisation d'un site internet
- Organisation de formations et de transferts de nouvelles techniques de détection ou de marqueurs auprès des laboratoires et sélectionneurs
- Organisation de réunions nationales : Carrefours de la Recherche Plant mai 2014 et novembre 2016
- Publications, communications lors de congrès, ... <http://www.umat-innoplant.fr>



Annexe 2 : Personnel impliqué dans INNOPLANT 1 et 2

Synthèse des ETP impliqués sur site, par partenaire

	INNOPLANT 1					INNOPLANT ²
	2012	2013	2014	2015	2016/17	
FN3PT/RD3PT	4,74	6,05	6,30	6,30	6,80	6,70
INRA IGEPP	2,37	3,47	3,17	3,17	3,17	3,90
GNIS	0,2	0,5	0,5	0,5	0	-*
ACVNPT	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,50
TOTAL	7,46 ETP	10,17	10,12	10,12	10,62	11,10

) contribution hors site du GNIS (réunions, commissions..)

Liste du personnel impliqué

Nom et prénom de l'agent	Organisme employeur	Qualification*	En ETP annuel 2012-2017	ETP annuel Prévision 2018-2022
FN3PT/RD3PT				
LE HINGRAT Yves	FN3PT/RD3PT	ingénieur	0,8	0,7
GLAIS Laurent	FN3PT/RD3PT	ingénieur	0,7	0,5
GUILLET Maryse	FN3PT/RD3PT	assistante ingénieur	0,25	0,1
LE ROUX-NIO Anne-Claire	FN3PT/RD3PT	ingénieur	0,8	0,4
HUCHET Emilie	FN3PT/RD3PT	technicienne	0,8	0,4
HELIAS Valérie	FN3PT/RD3PT	ingénieur	0,6	0,7
LAURENT Angélique	FN3PT/RD3PT	technicienne	0,6	0,7
MARHADOUR Sylvie	FN3PT/RD3PT	ingénieur	0,4	0,5
MEAR Amandine	FN3PT/RD3PT	technicienne	0,4	0,3
BOULARD Frédéric	FN3PT/RD3PT	assistant ingénieur	0,7	0,5
BERTON Laure	FN3PT/RD3PT	assistante ingénieur	0,25	0,4
BOUCHEK-Méliche Karima	FN3PT/RD3PT	ingénieure	0,5 (>2016)	0,4
CHAWKI Khaoula	FN3PT/RD3PT	TR (CDD)	-	0,3
HERVET Marie	FN3PT/RD3PT	technicienne	-	0,3
NEVEUX Marie-Sophie	FN3PT/RD3PT	technicienne	-	0,3
DARGIER Christophe	FN3PT/RD3PT	informaticien	-	0,2
Total ETP annuel			6,80	6,70
INRA IGEPP				
Nom et prénom de l'agent	Organisme employeur	Qualification	En ETP annuel	
IGEPP Rennes				
ANDRIVON Didier	INRA IGEPP Le Rheu	Directeur Recherche	0,25	0,25
Roselyne CORBIERE	INRA IGEPP Le Rheu	Ingénieur	0,15	0,2
Sylvain FOURNET	INRA IGEPP Le Rheu	Ingénieur	0,1	0,15
Melen LECLERC	INRA IGEPP Le Rheu	Chargé de Recherche	0	0,2
Lionel RENAUT	INRA IGEPP Le Rheu	technicien	0,1	0,1
Josselin MONTARRY	INRA IGEPP Le Rheu	Chargé de Recherche	0,1	0,15
Didier FOUVILLE	INRA IGEPP Le Rheu	technicien	0,1	0,1
Anne-Sophie GRENIER	INRA IGEPP Le Rheu	Assistant Ingénieur	0	0,1

Eric GRENIER	INRA IGEPP Le Rheu	Chargé Recherche	0,1	0,1
Bruno MILLE	INRA IGEPP Le Rheu	IR	0,15	0,15
Romain MABON	INRA IGEPP Le Rheu	Technicien	0	0,3
Michèle GUIBERT	INRA IGEPP Le Rheu	Technicienne	0	0,2
Vincent FALOYA	INRA IGEPP Le Rheu	CR	0,05	0
MOUTIER Nathalie	INRA IGEPP Le Rheu	Ingénieur	0	0,2
VAL Florence	INRA IGEPP Agrocampus Ouest	Professeur	0	0,1
IGEPP Ploudaniel				
Marie-Claire KERLAN	INRA IGEPP Ploudaniel	ingénieur	0,3	0,3
Florence ESNAULT	"	ingénieur	0,2	0,2
Jean-Eric CHAUVIN	"	ingénieur	0,1	0,1
Laura CHAUVIN	"	ingénieur	0	0,1
Roland PELLE	"	Assistant Ingénieur	0,1	0,2
Marie-Paule KERMARREC	"	Technicien	0,1	0,1
Catherine SOUCHET	"	Technicien	0,3	0,1
Jean-Paul DANTEC	"	Technicien	0,1	0
Marie-Laure LESAGE	"	Technicien	0,1	0,1
Josiane QUERE	"	Technicienne	0,2	0
Marie-Ange DANTEC	"	Technicien	0,2	0,1
François MONOT	"	Technicien	0,1	0
Bertrand EDERN Marie-Pierre CANN	"	Technicien	0,1	0,1
BOUSSEAU Marie	INRA IGEPP Ploudaniel	Technicien	0	0,2
Total ETP annuel			3,17	3,90
Partenaires associés				
Cécile THOMAS	ACVNPT/ INRA IGEPP	doctorante	0,15	0,15
Contribution des membres de l'ACVNPT au projet d'UMT	ACVNPT	Sélectionneurs, Ingénieurs et techniciens de recherche		0,35
Contribution du GNIS au projet d'UMT	GNIS	Responsable section plants pdt et membres de commissions (RD, Bio..)	0,34	0

* préciser : ingénieur, cadre technique, cadre administratif, chercheur, enseignant-chercheur...

Annexe 3 Tableau d'avancement des livrables

Etat d'avancement des livrables

Description de l'action / tâche	Livrables attendus et produits	Etat d'avancement *
Axe 1 : Maintenir, voire renforcer, la qualité sanitaire du plant et des territoires de production		
<i>WP1 : Renforcer le statut sanitaire des plants et territoires de production</i>		
<i>Action 1.1- Développer et renforcer des outils d'identification et de caractérisation des parasites majeurs du plant p. de terre</i>	<ul style="list-style-type: none">) Etude de la diversité sérologique du PVY et développement d'outils d'identification : obtention d'une banque d'anticorps monoclonaux) Outils de caractérisation des isolats nécrotiques de PVY (déterminants)) Développement et évaluation de la performance d'outils moléculaires pour identifier les bactéries des genres <i>Dickeya</i> et <i>Pectobacterium</i> et comparaison de méthodologies au niveau européen (Euphresco)) Développement et/ou validation de méthodes moléculaires (PCR conventionnelle ou en temps réel) pour la détection ou la caractérisation de bioagresseurs : <i>R. solanacearum</i>, <i>Clavibacter mich. subsp. sepedonicus</i>; <i>S. subterranea</i> et <i>R. solani</i>) Développement et/ou validation d'une nouvelle méthode de détection des nématodes à galle <i>Meloidogyne</i> (cf. projet Nematools)) Développement de méthodes multiplexes (séro/moléculaires) pour l'identification simultanée de plusieurs pathogènes : virus, bactéries 	3 2 3 3 2 2
<i>Action 1.2- Evaluer, adapter, développer des outils de détection dans différentes matrices</i>	<ul style="list-style-type: none">) Détection de virus sur tubercules : mise au point et transfert de la technologie qPCR aux laboratoires de certification, multiplexage et optimisation) Mise au point de méthodes de détection de bioagresseurs (bactéries, nématodes, champignons) dans des matrices complexes : méthodologies de prélèvements sur tubercules (bactéries), optimisation des méthodes d'extraction d'ADN (virus, bactéries, nématodes); protocoles rédigés 	2 2
<i>Action 1.3- Suivre l'évolution des propriétés biologiques des populations parasites (Epidémiologie) présentes ou potentiellement émergentes</i>	<ul style="list-style-type: none">) Epidémio-surveillance des parasites : acquisition de données sur la diversité des souches bactériennes associées à la jambe noire en France (inventaire annuel); acquisition de données sur la diversité du virus Y ; surveillance des populations de P. infestans, en France et à l'étranger.) Biovigilance sur la possibilité d'émergence de nouveaux parasites de la pomme de terre sur le territoire : veille bibliographique, formations, analyses, participation au projet CALISO (2016-2018) 	3 2
Axe 2 : Développer des leviers de gestion adaptés à des systèmes de production à bas niveau d'intrants phytosanitaires		
<i>WP2 : La résistance génétique multi-bioagresseurs comme critère de différenciation dans la gamme variétale</i>		
<i>Action 2.1 : Caractérisation du locus de résistance au nématode Mh et recherche des marqueurs proches</i>	<ul style="list-style-type: none">) Caractérisation fine du locus de résistance Mh et recherche de nouveaux marqueurs plus proches : non effectué faute de financement 	0
<i>Action 2.2 : Caractérisation de géniteurs multi-résistants</i>	<ul style="list-style-type: none">) Caractérisation de clones et géniteurs tétraploïdes multi-résistants à des stress biotiques (<i>G. pallida</i>, virus PVY et mildiou du feuillage) 	2
<i>Action 2.3 – Evaluer et caractériser le spectre et le déterminisme de résistances nouvelles</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Caractérisation de matériel génétique pour sa résistance face aux souches actuelles de <i>Pectobacterium</i> et <i>Dickeya</i> : méthodologies de phénotypage et application sur une gamme de géniteurs et hybrides (2014-2016)) Préciser le déterminisme génétique de la résistance vis-à-vis des <i>Streptomyces</i>, agents de gale commune à partir de croisements diallèles (non réalisé) 	2-3 0
<i>WP3 : Exploiter et structurer les ressources génétiques</i>		
<i>Action 3.1 : Etude de différentes technologies de génotypage SNP</i>	<ul style="list-style-type: none"> Test en 2016 de la technologie HRM pour quelques SNP testés avant sur puce Infinium et en technologie Kaspar, sur matériel diploïde et tétraploïde 	3
<i>Action 3.2: Positionner la diversité génétique des collections de géniteurs d'un point de vue moléculaire et phénotypique</i>	<ul style="list-style-type: none">) Caractérisation moléculaire et phénotypique des collections de géniteurs des obtenteurs français et de l'INRA : en cours + projet CTPS) Génération d'un jeu de données phénotypiques harmonisé entre les collections afin de faciliter le passage à la génétique d'association 	2

Action 3.3: Développer des méthodes de cryoconservation de la pomme de terre pour la conservation des collections	) Amélioration de la technique de cryoconservation de méristème(2014)	2
	) Mise en cryoconservation des génotypes sélectionnés (14-16)	
	) Etude de la conformité du matériel cryoconservé	
<i>WP4 : Identification et évaluation d'autres leviers limitant le recours aux pesticides</i>		
Action 4.1 : Suivi de l'évolution des pratiques en plant	) Exploitation statistique du jeu de données du projet franco-suisse et des enquêtes en cultures de plant sur la maladie de la jambe noire	3
	) Observatoire des pratiques agronomiques en plant (InfoPlant)	2
	) Projet Nematools : Dissémination par engins agricoles (enquêtes et essais) et identification d'espèces végétales réduisant les populations	2
Action 4.2 : identification et évaluation de techniques de protection intégrée en production de plant	• Consolidation de l'expertise acquise sur les approches systèmes et l'intégration de méthodes complémentaires vis-à-vis d'un ensemble de bioagresseurs (gestion des résidus en période d'interculture, effet des cultures intermédiaires et combinaison avec d'autres méthodes complémentaires)	1
	• Etat des connaissances et des pratiques et études préliminaires conduite dans le cadre du groupe de travail 'multibioagresseurs'	2
<i>WP 5 : Conception et évaluation d'itinéraires intégrés de production de plant</i>		
Action 5.1 : conception de prototypes d'itinéraires intégrés de production de plant	) Conception d'itinéraires intégrés de production de plant : Elaboration des itinéraires plants pour le Projet VarpotEco (<i>Quelles variétés de pomme de terre sélectionner pour des systèmes de culture économes en intrants, dont l'agriculture biologique ?</i>) soumis AAP CTPS 2015	1
Axe 3 : Réfléchir à l'organisation des acteurs pour pérenniser les éléments de compétitivité		
WP 6 : étude prospective socio-économique sur la filière	) Etudes et enquêtes sur les facteurs de compétitivité en production de plants : <i>organisation d'une session socioéconomique au Carrefour Recherche et mise en place d'une commission économique (FN3PT)</i>	1
	) Impact des innovations : études ASIRPA sur les recherches en diagnostic et étude sur la création géniteurs, intervention au colloque 2015	3
Axe 4 : Renforcer la visibilité de la filière et des travaux		
<i>WP7 : transfert et communication</i>		
Action 7.1 : Formation et transfert	• Formation et transfert de techniques de détection auprès des laboratoires : outil qPCR virus Y ; outils PCR bactéries, marqueurs SAM	2-3
	• Transfert de connaissances sur la résistance aux bactéries pectinolytiques aux sélectionneurs : comités techniques	
Action 7.2 : Réunions d'information	• Diffusion des résultats aux professionnels par l'intermédiaire des ingénieurs et techniciens plant : réunions annuelles d'information	3
	• Accueil de stagiaires	
Action 7.3 : Communication scientifique et technique	Organisation d'une rencontre annuelle des acteurs impliqués dans l'UMT : 1 Journée technique UMT annuelle depuis 2012	3
	Organisation d'un Carrefour de la Recherche plant de pomme de terre : 1 ^e édition en mai 2014 ; 2 ^e édition en novembre 2016	3
Action 7.3 : Communication scientifique et technique	) Publications communes : articles scientifiques, communications lors de congrès (EAPR, dossier Carrefour), articles de transfert et vulgarisation, comptes-rendus annuels des travaux de recherche...	3
	) Site web : version française lancée en 2013, anglaise en 2014	3
	) Posters de présentation de l'UMT : Potato Europe 2012, EAPR Breeding 2015 et HCERES 2016	3

*** Code de l'état d'avancement des livrables :**

Code	Stade d'avancement
0	Action non réalisée/ Retard ou délai critique
1	Action initiée mais avec retard et/ou difficultés
2	Action en cours, sans risque identifié pour obtenir les livrables attendus
3	Action terminée avec livrables attendus

Lla plupart des actions de recherche et de communication prévues ont été mises en place, avec un avancement des livrables globalement conforme aux prévisions et attentes des partenaires .

Annexe 4 : Liste de projets

Implication des membres de l'UMT dans le montage de projets

Au plan national :

- **CasDAR Recherche Technologique : projet NEMATOOLS** « Développement d'outils pour la maîtrise durable du risque nématodes en plant de pomme de terre et cultures en rotation » lauréat de l'AAP 2014 associant la FN3PT (porteur de projet), ANSES, INRA Rennes et Antibes
- **CasDAR –CTPS 'Semences et Sélection végétale** » : l'UMT s'est impliquée dans la construction des projets dont 2 ont été retenus : **projet CALISO** : Détection et épidémiologie de *Candidatus Liberibacter solanacearum*, bactérie transmissible à la semence et responsable de désordres végétatifs sur apiacées et **Projet PoTStaR** intitulé 'Stabilité des résistances au mildiou de la pomme de terre et identification de marqueurs associés' lauréat de l'appel à projets CASDAR 'Semences et sélection végétale', retenu après deux soumissions infructueuses (*Vers la construction assistée par marqueurs de résistances durables de la pomme de terre au mildiou*, déposé début mars 2013 et du **projet COMPOSE** (*Vers la construction assistée par marqueurs de multi-résistances complexes chez la pomme de terre*) soumis en mars 2014) .
- **CasDAR Innovation et partenariat** sur la gestion intégrée d'un complexe de bioagresseurs, non retenu en 2012 mais poursuivi dans le cadre d'autres projets (**projet Potato-RPest** soumis 06/14 dans l'AAP Pesticides 2014 : *Développement du modèle IPSIM-pdt pour définir de nouvelles stratégies de protection multi-bioagresseurs visant à réduire l'usage de pesticides en privilégiant les résistances variétales*) et du **projet ESCALE** (*Effets des Successions Culturelles sur les mALadies tElluriques en grande culture : contribution à un conseil agro-écologique*). Contribution à la rédaction du projet **OMS** : *Développement d'Outils Moléculaires de détection et de quantification d'agents phytopathogènes dans les Sols*: soumis à l'AAP RT 2015 (non retenu)
- **SyspotEco** (*Pomme de terre économe en intrants : acquisition de références système et structuration d'un réseau de connaissances partagées*),
- **Projet VarPOTBIO** CTPS 1^{ère} phase Prospective (novembre 2017-octobre 2018) « Vers la co-conception d'idéotypes variétaux pour l'AB »
- **Projet POTATO-Crisp** (PVY résistant potato through CRISPR-Cas9 gene editing of eIEF4); **Institut Carnot Plant2Pro** ; Lauréat de l'Appel à Projets de Ressourcement 2016.

Au plan international :

PoH-MED = *Potato Health, Managed for Efficiency and Durability* : projet international de type ERA-NET ARIMNET (Agricultural Research In the Mediterranean Network : coopérations de recherche entre pays méditerranéens). Ce projet coordonné par l'INRA (Didier Andrivon) qui implique, outre les membres français de l'UMT, des partenaires français, algériens, marocains et égyptiens, vise à construire les leviers pour une gestion durable de la santé des cultures de pomme de terre – et en particulier des plants – des deux côtés de la Méditerranée.

EUPHRESKO : l'UMT est partenaire via la FN3PT et/ou l'INRA des projets européens **Euphresco PHYLIB I et II** (identification et détection des phytoplasmes et de l'agent du Zebra chip), et **DICKEYA I,II et III, PVY + projets soumis**. Projets ERA-NET (outil européen de coordination entre financeurs de recherche) dédiés aux parasites végétaux réglementés

H2020: l'INRA et la FN3PT ont répondu conjointement, avec parfois le GNIS et l'ACVNPT, à différents appels à projets européens dans le cadre du programme H2020, sur des sujets en lien avec le programme de de l'UMT InnoPlant : **SOLAVITIS, NEMAAID, NEMEMERGE** (déposé)

Annexe 5

Publications associées au programme de travail et impliquant des membres de l'UMT

Diverses brochures et publications scientifiques et techniques permettent de diffuser les résultats des travaux réalisés par les partenaires de l'UMT.

(classement par année ; liste aussi disponible sur le site internet)

Publications 2012

- Faurez F., Boulard F., Delaunay A., Tribodet M., Jacquot E., Glais L. (2012). Detection of *Potato virus Y* (PVY) in potato tubers: comparison of the reliability of five diagnosis methods. Workshop «*Laboratory tools for potato seed certification*» Libramont (Switzerland), 15th November 2012 (Communication orale)
- Glais L., Bocquel S., Khelifa M., Ponce de Leon A., Deveaux V. and Le Hingrat Y. Overview of the PVY management in France by the seed potato sector. XXV Congreso de la Asociacion Latinoamericana de la Papa (ALAP), Uberlândia, Brazil, 17-20 september 2012. (Communication orale)
- Hélias V, Morel B, Laurent A, Le Hingrat Y., Andrivon D. 2012. Developing a 'friendly' diagnostic method to identify *Dickeya* species. 3th *Dickeya* Meeting, Rennes, 12-13 Avril 2012
- Hélias V, Hamon P, Laurent A, Morel B, Andrivon D. 2012. '*Dickeya solani*' : Emergence d'un nouvel agent bactérien responsable de pourritures molles et de jambe noire en culture de pomme de terre. 10èmes Rencontres Plantes-Bactéries, 30 Janvier- 3 Février 2012, Aussois, France : 91
- Hélias V, Laurent A, Morel B, Andrivon D. 2012. Potato survey in France and validation of a new diagnostic method for direct detection of *D. dianthicola* and '*D. solani*' from 'symptomatic 'and latent infections. *Dickeya* Euphresco meeting, 5-6 Novembre 2012, Ghent, Belgique
- Keiser A., de Werra P., Hélias V. 2012. Implementation of a disease management for *Dickeya* and *Pectobacterium* in the potato branch: French-Swiss concerted project 2010-2012. 3th *Dickeya* expert Meeting, 12-13 avril 2012, Rennes. (communication orale)
- Keiser A., de Werra P., Hélias V. 2012. Influence of seed contamination and site parameters on the disease development of *Dickeya* and *Pectobacterium* in the field: – French-Swiss concerted project 2010 -2013. *Dickeya* Euphresco meeting, 5-6 Novembre 2012, Ghent, Belgique (communication orale)
- Le Roux-Nio A-C., Huchet E. Détection de *Ralstonia solanacearum* dans l'environnement et études épidémiologiques. Potato Europe 2012, 12-13 septembre 2012, Villers St-Christophe (affiche)
- Le Roux-Nio A-C. et Huchet E. Détection et identification des nematodes à galles *Meloidogyne chitwoodi* et *M. fallax*. Potato Europe 2012, 12 et 13 septembre 2012, Villers Saint-Christophe
- Le Roux A.C., Hélias V., Ponce de leon A, Beury-Cirou A, des Essarts Y, Mothe N, Latour X, Faure D and Le Hingrat, Y. Overview of the research programs conducted in France by the seed potato sector to manage bacterial brown rot, ring rot and blackleg diseases. 15th Congreso de la Asociacion Latinoamericana de la Papa (ALAP), 17-20 septembre 2012, Uberlandia, Brésil (comm. orale)
- Marhadour S., Méar A., Pellé R., Abiven J.M., Aurousseau F., Dubreuil H., Le Hingrat Y., Chauvin J.E. (2012) Markers assisted selection for late blight resistance in tetraploid potato, experience about the use of the potato genome sequence. 9th *Solanaceae Conference*, From bench to innovative applications, August 26-30, 2012, Neuchâtel, Suisse, Abstract book p90 (Oral presentation)

Publications 2013

- Anonyme, 2013. « Réduire la pression du rhizoctone brun en grandes cultures. Brochure rédigée par les partenaires du projet Casdar SysPID, en septembre 2013, 12 p.

- Bouchek-Mechiche K, Buisson C, Navier H, Mille B, Andrivon D 2013. Identifying the key-stages of *Rhizoctonia solani* AG3 PT epidemics: a crucial step to develop integrated control strategies. EAPR Pathology Section. Climate change / global warming: effects on potato diseases pests. Jerusalem, Israel, 17-21 nov. 2013.
- Faurez F., Baldwin T., Tribodet M., Glais L. et Jacquot E. (2013). Identification of new molecular determinants of *Potato virus Y* (PVY) involved in the expression of necrotic symptoms in tobacco. Affiche lors des 14^{èmes} rencontres de virologie végétale, Aussois (France), 13-17 janvier 2013
- Faurez F., Baldwin T., Tribodet M., Jacquot E. and Glais L. N₃₃₉, K₄₀₀ and E₄₁₉ residues of HC-PRO protein: molecular determinants of potato virus Y (PVY) involved in the expression of necrotic symptoms in tobacco and/or potato tuber (2013). 15th Triennial Meeting of the Virology Section of the European Association of Potato Research EAPR, Antalya (Turkey), 28-31 mai 2013
- Faurez F., Baldwin T., Tribodet M., Glais L. et Jacquot E. (2013). Identification of new molecular determinants of *Potato virus Y* (PVY) involved in the expression of necrotic symptoms in tobacco. Affiche lors des 14^{èmes} rencontres de virologie végétale, Aussois (France), 13-17 janvier 2013
- Faurez F., Boulard F., Delaunay A., Tribodet M., Jacquot E., Glais L. (2013). Detection of *Potato virus Y* (PVY) in potato tubers: comparison of the reliability of five diagnosis methods. 14^{èmes} rencontres de virologie végétale, Aussois (France), 13-17 janvier 2013 (communication par affiche)
- FN3PT et al, 2012. A practical guide to diseases, pests and disorders of the potato: Identification guide and data sheets, 192 pages. ISBN: 978-8179-0091-9).
- Gaucher D, Bouchek K 2014. Projet Syspid - Réduire l'impact des maladies telluriques. La pomme de terre française 591, 43-44.
- Guillet M., Echasserieau V., Hadnik V., I. Gutierrez-Aguirre, M. Tribodet, D. Dupont, M. Ravnikar, O. Tranquet, E. Jacquot, L. Glais (2013). Characterization of the serological diversity of *Potato virus Y* (PVY): impact on the diagnosis. 14^{èmes} rencontres de virologie végétale, Aussois (France), 13-17 janvier 2013 (poster)
- Gutiérrez-Aguirre I., Hodnik V., Rugar M., Glais L., Jacquot E., Anderluh G. and Ravnikar M. 2013. Surface plasmon resonance for monitoring the interaction of *Potato virus Y* with monoclonal antibodies. Analytical Biochemistry. (accepté).
- Janzac B., Glais L., Tribodet M., Verrier J.L. and Jacquot E., 2013. Brazilian *Potato virus Y* isolates identified as members of a new clade make easier the reconstruction of evolutionary traits within this species. Molecular Plant Pathology (soumis)
- Gamel S., Huchet E., Le Roux-Nio AC. and Anthoine G., 2013. Assessment of PCR-based tools for the specific identification of some temperate Meloidogyne species including *M. chitwoodi*, *M. fallax* and *M. minor*. Eur. J. Plant Pathol (soumis).
- Hélias V , Laurent A, Morel B, Gauthier JP, Le Hingrat Y., Andrivon D. 2013. Screening *Dickeya* pathogenicity to potato shows inter- and intraspecific diversity. EAPR Pathology section, 17-21 Nov., Jerusalem, Israël
- Hélias V. Changement climatique et réchauffement global au programme de la section pathologie de l'EAPR en Israël. 2013. La Pomme de terre française.
- Hélias V , Laurent A, Morel B, Le Hingrat Y., Andrivon D. 2013. Characterization of the blackleg bacterial species complex present in 2013 on potato in France. Comm. Euphresco II meeting, 22-23 Nov., Jerusalem, Israël
- Keiser A., de Werra P., Hélias V. 2013. French-Swiss concerted project 2010 -2012 assessment: Influence of seed contamination and site parameters on the disease development of *Dickeya* and *Pectobacterium* in the field.. Euphresco II meeting, 22-23 Novembre, Jerusalem, Israël
- Le Hingrat Y., Hélias V., Le Roux-Nio AC., Cellier G., Prior P., Rivoal C., Poliakoff F., Soubelet H., Moreau M., Deveaux V., Latour X., Gaucher D., Benigni M., Martinon V. 2012. Evaluation (et Gestion) des risques sanitaires bactériens liés aux itinéraires culturaux de la pomme de terre et d'autres cultures spécialisées. Innovations Agronomiques, 25 : 253-267.
- Le Roux A-C., Le Hingrat Y., (2013). "Euphresco PHYLIB meeting : FN3PT involvement". Communication au *First meeting of the Euphresco Phylib project*. Tenerife, Espagne, 20-21th february 2013:
- Le Roux-Nio AC., 2013. Vigilance sur le Zebra Chip. *La Pomme de terre Française* 589, 49-50.

- N'Guessan A.C., Brisse S., Le Roux-Nio A-C., Poussier S., Koné D., Wicker E. 2013. Development of variable number of tandem repeats typing schemes for *Ralstonia solanacearum*, the agent of bacterial wilt, banana Moko disease and potato brown rot. *J. Microbiol. Methods* 92, 366-374.
- Van der Wolf J M, Nijhuis E H, Kowalewska M J, Saddler G S, Parkinson N, Elphinstone J G, Pritchard L, Troth I K, Lojkowska E, Potrykus M, Waleron M, de Vos P, Cleenwerck I, Pirhonen M, Garland L, Hélias V, Pothier J F, Pflüger V, Duffy B, Tsror L, Manulis S. 2013. *Dickeya solani* sp. nov., a pectinolytic plant pathogenic bacterium isolated from potato (*Solanum tuberosum*). *Int J Syst Evol Microbiol*.

Publications 2014

- Andrивon D., Le Hingrat Y., Glais L., Hélias V., Le Roux A.C., Quéré B., Colinet L., Gaunand A., 2014. Outils de diagnostic – au service de la qualité sanitaire du plant. *Potato Planet* 46 : 40-45.
- Bouchek M., Lancement du site internet sur les altérations superficielles des tubercules (www.potatotuber-blemishes.com): Workshop (EAPR meeting, Bruxelles, juillet 2014)
- Boulard F., Janzac B., Jacquot E. & Glais L. (2015). Characterization of Brazilian tobacco Potato virus Y (PVY) isolates: identification of a new group in the PVY species. In: 15e Rencontres de Virologie Végétale, (Aussois, France).
- Boulard F., Tribodet M., Faurez F., Jacquot E. & Glais L. (2015). First step in the identification of the elicitor(s) of Ny-mediated hypersensitive resistance against Potato virus Y in potato. In: 15e Rencontres de Virologie Végétale, (Aussois, France).
- Boulard F., Faurez F., Tribodet M., Jacquot E., Glais L. (2014). Reliability of *Potato virus Y* (PVY) detection in potato tubers sampled at different physiological stages. 19th Triennial Conference of the European Association for Potato Research, Brussels, 6 to 11 July 2014.
- Gaucher D, Champeil A, Le Hingrat Y, Mille B, Lhote JM, Ruer D, Chatot C, Bouchek-Mechiche K, 2014. Réduire l'impact des maladies telluriques dans les systèmes de cultures par une protection intégrée et durable des grandes cultures. *Innovations Agronomiques* 34, 51-65.
- Glais, L. & Jacquot, E. (2015). Detection and characterization of viral species/sub-species using isothermal Recombinase Polymerase Amplification (RPA) assays. In C. Lacomme (Ed.), *Methods in Molecular Biology, Plant Pathology Techniques and Protocols*: Humana Press.
- Gutiérrez-Aguirrea I., Hodnik V., Glais L., Rupar M., Jaquot E., Anderluh G., Ravnkar M. (2014). Development of a surface plasmon resonance-based assay for monitoring the interaction of *Potato virus Y* with monoclonal antibodies. *Analytical Biochemistry* 447: 74-81.
- Hélias V, Laurent A, Gauthier JP, Le Hingrat Y and Andrивon D. 2014. Screening *Dickeya* pathogenicity to potato shows inter- and intraspecific diversity. *Potato Research* 57:175.
- Hélias V, Laurent A, Morel B, Gauthier J P, Andrивon D, Le Hingrat Y. 2014. Characterization of the potato blackleg bacterial species complex in France. 19th Triennial Conference of the EAPR, July 6-11, Brussels : 110 (oral presentation)
- Hélias V, Laurent A, Morel B, Gauthier J P, Rivoal C, Andrивon D, Le Hingrat Y. 2014. *Pectobacterium* et *Dickeya* en culture de pomme de terre : caractérisation phénotypique et génétique du complexe d'espèces présentes. 11èmes Rencontres Plantes-Bactéries, 3-7 Février, Aussois, France : 94- P
- Huber L., Bancal M.-O., Zurfluh O., Huard F., Launay M., Andrивon D., Androdias A., Corbière R., Mariette N., Belaid Y., de Vallavieille - Pope C. Preliminary results obtained in the CLIF Project on Climate change Impact on Fungal pathosystems. Climate Smart Agriculture Conference, Montpellier 16-18 Mars 2015 (poster)
- Janzac B., Willemsen A., Cuevas J. M., Glais L., Tribodet M., Verrier J.L., Elena S.F. and Jacquot E. (2015). Brazilian Potato virus Y isolates identified as members of a new clade facilitate the reconstruction of evolutionary traits. *Plant Pathology*, on line. <http://dx.doi.org/10.1111/ppa.12318>
- Laurent A, Morel B, Le Hingrat Y., Andrивon D, Hélias V. 2014. Developing a 'friendly' diagnostic method to identify *Dickeya* species. 19th Triennial Conference of the EAPR, July 6-11, Brussels : 233

- Le Hingrat Y., Le Roux-Nio A.C., Hélias V., Huchet E., Laurent A., Morel B., Gaucher D., Taupin P., Anthoine G., Gamel S., Andrivon D., Verjux N. (2014) Innovations pour la protection des cultures de pomme de terre vis-a-vis de maladies et de ravageurs majeurs ou émergents. *Innovations agronomiques* 34:141-156.
- Le Roux AC, Hélias V. 2014. 11^{èmes} Rencontres Plantes-Bactéries : Un lieu d'échanges scientifiques. La Pomme de terre française. 593 : 53-54
- Le Roux A-C., Huchet E., Gamel S., Anthoine G., Le Hingrat Y. 2014. Assessment of PCR-based tools for the specific identification of the temperate *Meloidogyne* species, *M. chitwoodi* and *M. fallax*. 19th Triennial Conference of the EAPR, July 6-11, Brussels : 95
- Le Roux AC et Glais L, 2014. Formation sur les parasites émergents aux Journées du personnel FN3PT/OP (Orléans, 1^{er} juillet 2014) : *Nématodes à galle, pospiviroïdes, Agent du Zebra chip ; Virus émergents en pomme de terre et Altises*.
- Rupar, M., Faurez, F., Tribodet, M., Gutierrez-Aguirre, I., Delaunay, A., Glais, L., Kriznik, M., Dobnik, D., Gruden, K., Jacquot, E., Ravnikar, M. Fluorescently tagged Potato virus Y: a versatile tool for functional analysis of plant-virus interactions. *Molecular Plant-Microbe Interactions* (sous presse)
- van der Wolf, J., Nijhuis, E.H., Kowaleswska, M.J., Saddler, G.S., Parkinson, N., Elphinstone, J.G., Pritchard, L., Toth, I.K., Lojkowska, E., Potrykus, M., Waleron, M., de Vos, P., Cleenwerck, I., Pirhonen, M., Garlant, L., **Hélias, V.**, Pothier, J.F., Pflüger, V., Duffy, B., Tsrör, L. & Manulis, S. (2014). *Dickeya solani* sp. nov. a pectinolytic plant-pathogenic bacterium isolated from potato (*Solanum tuberosum*). *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 64, 768-774.

Voir aussi les présentations du Carrefour Recherche plant, disponibles sur le site www.ugt-innoplant.fr

Publications 2015

- Andrivon D. Le Hingrat Y Glais L., Hélias V., Le Roux A.C., Quéré B., Colinet L., Gaunand A., 2015. Une batterie d'outils de diagnostic pour la certification de la qualité sanitaire du plant de pomme de terre. Poster présenté au Colloque de restitution des travaux ASIRPA de l'INRA «Evaluer l'impact sociétal de la recherche pour apprendre à le gérer », Paris 28 septembre 2015
- Bouček-Mechiche K. & Gaucher D. (2015). Maladies superficielles des tubercules : Synthèse du projet CASDAR SysPID et présentation du site web collaboratif franco-écossais Communication à la Journée technique nationale de la pomme de terre, Paris, France.
- Bouček et al, 2015. Contribution au site internet sur les altérations superficielles des tubercules (www.potatotuber-blemishes.com)
- Boulard F., Tribodet M., Faurez F., Jacquot E. & Glais L. (2015). First step in the identification of the elicitor(s) of Ny-mediated hypersensitive resistance against Potato virus Y in potato. In: 15e Rencontres de Virologie Végétale, (Aussois, France).
- Boulard F., Janzac B., Jacquot E. & Glais L. (2015). Characterization of Brazilian tobacco Potato virus Y (PVY) isolates: identification of a new group in the PVY species. In: 15e Rencontres de Virologie Végétale, (Aussois, France).
- Boulard F. et Glais L., 2015 : Directement sur tubercules, *La Pomme de Terre Française*, novembre-décembre 2015, n°602 p 56-58
- Chauvin J.E., Kerlan M.C., Marhadour S., Pellé R., Esnault F. (2015) La lutte génétique contre le mildiou et les nématodes. *Phytoma* 680:24-29.
- Glais L., Faurez F., Tribodet M., Boulard F. & Jacquot E. (2015). The amino acid 419 in HC-Pro is involved in the ability of PVY isolate N605 to induce necrotic symptoms on potato tubers. *Virus Research*, 208: 110-119. <http://dx.doi.org/10.1016/j.virusres.2015.05.024>
- Glais, L. & Jacquot, E. (2015). Detection and characterization of viral species/sub-species using isothermal Recombinase Polymerase Amplification (RPA) assays. In C. Lacomme (Ed.), *Methods in Molecular Biology, Plant Pathology Techniques and Protocols*: Humana Press

- Hélias V., Quêtu-Laurent A., de Werra P. et Keiser A., 2015. Recherche, Collaboration Franco-Suisse sur la jambe noire, La Pomme de Terre Française juillet-août 2015 n°600 p 56-58
- Hélias V *et al.* 2015. Euphresco III meeting, November 22-24, Gdansk, Poland
- Hélias V, Bourget D., 2015. Dossier jambe noire *Potato planet*
- Hélias V, Quêtu-Laurent A, Pellé R, Le Hingrat Y, Marhadour S, Andrivon D, Kerlan MC. 2015. Characterizing genetic resources to control the potato pathogen complex species belonging to *Pectobacterium* and *Dickeya*. Euphresco III meeting, November 22-24, Gdansk, Poland
- Janzac B., Willemsen A., Cuevas J.M., Glais L., Tribodet M., Verrier J.L., Elena S.F. & Jacquot E. (2015). Brazilian Potato virus Y isolates identified as members of a new clade facilitate the reconstruction of evolutionary traits within this species. *Plant Pathology*, 64(4): 799-807. <http://dx.doi.org/10.1111/ppa.12318>
- Kerlan M.C., Marhadour S., Esnault F., Hélias V., Souchet C., Quêtu-Laurent A., Dantec J.P., Pellé R., Andrivon D., Chauvin J.E., Le Hingrat Y. (2015) InnoPlant, a combined research program between Inra and French seed potato industry: promoting potato breeding for sustainable resistance to pathogens. Poster section Breeding EAPR Vico Equense, 16-18 novembre (poster)
- Le Hingrat Y. Parasites émergents et préservation de l'état sanitaire du territoire, in Bulletin Plantes de Bretagne n°50, juillet 2015, p.10-11
- Michel V., Glais L., Julio E., Dorlhac de Borne F., Jacquot E., German-Retana S., Decroocq V. & Candresse T. (2015). "va & co": genetic and functional analysis of Potato virus Y resistance in tobacco. In: 15eme Rencontres de Virologie Végétale, (Aussois, France)
- Michel V., Glais L., Julio E., Dorlhac de Borne F., Jacquot E., Decroocq V., German-Retana S. and Candresse T. (2015). Genetic and functional analysis of resistance to Potato virus Y in tobacco. In 12ème Conférence internationale sur les Solanacées (Bordeaux, France).
- Quêtu-Laurent A. Pellé R., Andrivon D., Marhadour S, Le Hingrat Y., Kerlan M.C., Hélias V. Caractériser des ressources génétiques pour lutter contre le cortège d'espèces de *Pectobacterium et Dickeya* pathogènes de la pomme de terre. 12èmes Rencontres Plantes-Bactéries 2016
- Rupar M., Faurez F., Tribodet M., Gutierrez-Aguirre I., Delaunay A., Glais L., Kriznik M., Dobnik D., Gruden K., Jacquot E. & Ravnkar, M. (2015). Fluorescently Tagged Potato virus Y: A Versatile Tool for Functional Analysis of Plant-Virus Interactions. *Molecular Plant-Microbe Interactions*, 28(7), 739-750. <http://dx.doi.org/10.1094/mpmi-07-14-0218-ta>

Voir aussi les actualités qui sont disponibles sur le site <http://www.umt-innoplant.fr>

Publications 2016

Présentation générale de l'UMT InnoPlant réalisée pour l'évaluation scientifique de l'Igepp par l'HCERES

Fiches de présentation générale de l'UMT InnoPlant et des programmes de recherches présentées lors des Journées Potato Europe, Villers Saint Christophe, septembre 2016

Hélias V. 2016. Enquête Jambe noire ; Maladie Complexe : un cortège bactérien associé. La Pomme de terre française. 605 : 24-25

Roux A.C. (2016). Nematools et Caliso, projets Casdar. La Pomme de Terre Française 609, 50-54.

Quêtu-Laurent A. 2016. Enquête Jambe noire ; Génétique, des ressources prometteuses. La Pomme de terre française. 605 : 30

Quêtu-Laurent A. Pellé R., Andrivon D., Marhadour S, Le Hingrat Y., Kerlan M.C., Hélias V. (2016) Caractériser des ressources génétiques pour lutter contre le cortège d'espèces de *Pectobacterium et Dickeya* pathogènes de la pomme de terre. 12èmes Rencontres Plantes-Bactéries 2016

Voir aussi les présentations du Carrefour 2016 qui sont disponibles sur le site www.umt-innoplant.fr

Publications 2017

Marhadour S., Méar A., Esnault F., Abiven J.M., Arousseau F., Dubreuil H., Chauvin J.E., Le Hingrat Y., Kerlan M.C. (2017) Use of joint molecular tools by public and private partners for an efficient use of

potato prebreeding material, Crop diversification in a changing world - Mobilizing the green gold of plant genetic resources Eucarpia Genetic Resources conference, Montpellier, France.

Méar A., Esnault F., Abiven J.M., Arousseau F., Dubreuil H., Le Hingrat Y., Chauvin J.E., Marhadour S. (2017) Joined analysis of the molecular diversity of two potato collections, EAPR2017, Versailles, France (accepted).

Et une dizaine d'autres communications qui seront présentées à la conférence EAPR en juillet 2017

L'UMT dans la presse

2017

-] Mission Réussie pour le 2ème Carrefour Recherche-Plant de Pomme de Terre, Plants de Bretagne Journal d'Information, Janvier 2017, p6.
-] Le Hingrat, Y., Kerlan, M.C., Andrivon, D. 2ème carrefour de la recherche plant de pomme de terre, Interactivité et Prospective, La Pomme de Terre Française, n°609, janv-févr 2017, p57-61. [pdf](#)

2016

Au Carrefour InnoPlant, Les nouvelles données de la recherche, Potato Planet, n°61, novembre-décembre 2016, p44-47. [pdf](#)

2014

-] Le Hingrat, Y., Quéré, B. Kerlan, M.-C., Andrivon, D. Carrefour Recherche Plant de Pomme de terre: Retour sur un temps fort, La Pomme de Terre Française, n°596, novembre-décembre 2014, p27-33. [dossier_LPTF_novdec2014pdf - 6,2 MB](#)
-] Echanges et prospective, premier carrefour de la recherche plant de pomme de terre, La Pomme de Terre Française, n°594, juillet-août 2014, p.40-41 [article_carrefour_2014_PTF](#)
-] Carrefour de l'UMT InnoPlant, Rapprocher la recherche du marché, Potato Planet, n°46, mai 2014, p. 10-11

2013

-] Un site internet pour l'UMT InnoPlant. Potato Planet, n°43, novembre 2013, p.63.
-] Un partenariat de recherche bien engagé, La Pomme de Terre Française, n°590, novembre-décembre 2013, p.46. [U-Umt2_PTFnovembre_2013](#)

2012

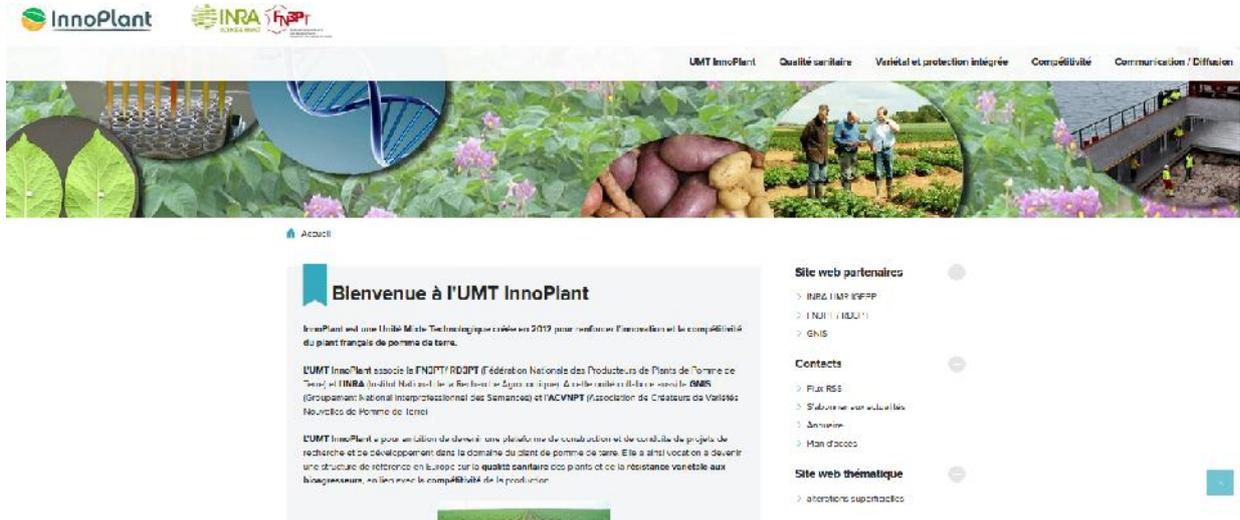
-] Plants de pomme de terre, Bulletin semences, n° 224, 01/04/2012, p. 5
-] Un pôle d'innovation sur la pomme de terre, Ouest France, 11/04/2012
-] Inno-Plant : plate-forme pour les plants de pomme de terre, FLD hebdo, n°831, 15/05/2012, p.8
-] Collaborations de recherche: Naissance d'InnoPlant, La Pomme de Terre Française, n°581, mai-juin 2012, p42-43
-] Partenariat de recherche, création d'Inno-Plant, Potato Planet, n°34, 05/2012, pp.18-19
-] La pomme de terre s'implante, Sciences Ouest, n° 298, 05/2012, p. 5
-] Le plant a la patate, Réussir F&L, n°317, 05/2012, p.52
-] Inno-Plant, une nouvelle unité mixte technologique INRA-FN3PT pour renforcer l'innovation et la compétitivité du plant français de pomme de terre, la Gazette du laboratoire, juin2012, p.54
-] Agriculture : un pôle d'innovation pour la pomme de terre, la lettre API
-] InnoPlant, une nouvelle Unité Mixte Technologique pour renforcer l'innovation et la compétitivité du plant français de pomme de terre, communiqué de presse Inra-FN3PT, 04/2012

Annexe 6 : Autres actions de communication :

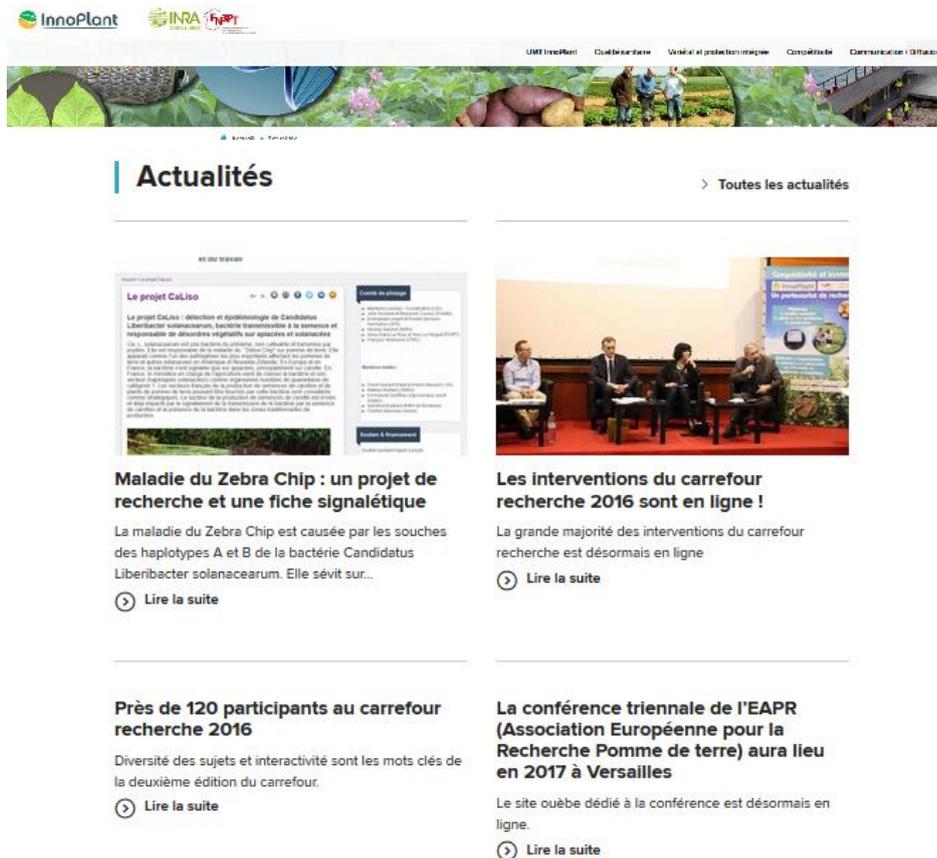
Site internet de l'UMT

www.umn-inoplant.fr

Page d'accueil



Actualités



Annexe 7 : Autres actions de communication : Carrefours Recherche organisés en 2014 et 2016 par l'UMT InnoPlant

Carrefour Recherche 2016 Plant de Pomme de terre : L'innovation en action au service de la qualité et de la compétitivité des plants



2^e CARREFOUR DE LA RECHERCHE PLANT DE POMME DE TERRE

INTERACTIVITÉ ET PROSPECTIVE



Le deuxième Carrefour de la recherche plant de pomme de terre s'est tenu mi-novembre avec pour thème "l'innovation en action au service de la qualité et la compétitivité des plants de pomme de terre".

L'unité mixte technologique (UMT) InnoPlant a organisé les 15 et 16 novembre à Paris son second Carrefour de la recherche plant de pomme de terre. Thème de ces deux journées : "l'innovation en action au service de la qualité et la compétitivité des plants de pomme de terre". Près de 120 participants s'y étaient réunis autour des enjeux d'avenir pour la recherche et la filière plants. Les échanges ont été favorisés grâce à la mise en place d'un dispositif interactif très apprécié entre les participants et les intervenants basé sur l'utilisation des outils connectés et permettant aux participants d'interagir en temps réel avec les intervenants. Près de cinq années après la mise en place de l'UMT InnoPlant entre la FNPT et l'Inra (ainsi que le CNRS et l'ACTHPT pour certaines actions), ce Carrefour était destiné à communiquer sur les travaux conduits en son cadre autour des axes de travail qualité variétale, innovation variétale, itinéraire de production et compétitivité, mais aussi à échanger plus largement avec des intervenants extérieurs, autour de thématiques d'actualité et d'enjeux d'avenir pour la filière. Au-delà, il s'agissait aussi de ré-

féchir à l'évolution de ce partenariat et aux innovations à développer pour conforter la compétitivité de la filière plants de pomme de terre.

Ces journées, animées par Philippe Fatac, entrepreneur en communication, ont été alimentées par les exposés d'intervenants de différentes origines : des chercheurs Inra et FNPT travaillant sur le programme InnoPlant bien sûr, mais aussi des représentants du ministère, de la recherche, de l'Acta, d'Arvalis, du secteur bio, des organisations professionnelles plant, de l'ACTHPT ou CNIS, etc. Les présentations ont montré la diversité des enjeux scientifiques et appliqués du secteur plants, depuis le laboratoire jusqu'à l'utilisateur, dans des domaines comme le sanitaire, le variétal, les techniques de production et l'appui à l'emploi, ainsi que les contributeurs que la recherche et les innovations technologiques peuvent apporter.

DES INNOVATIONS RÉPONDANT AUX POLITIQUES PUBLIQUES ET ENJEUX DE FILIÈRE
La séquence introductive a permis de brosser un panorama des enjeux et les orientations générales avec des



Diversité des sujets et interactivité sur les résultats obtenus à l'occasion du Carrefour recherche plant de pomme de terre.

points de vue de représentants de la recherche, du ministère de l'Agriculture et de la Filière plant. Christian Luyghe, directeur scientifique agriculture de l'Inra, a présenté l'écosystème de l'innovation avec le rôle des différents acteurs dans le processus d'innovation (dont les UMT) ainsi que les enjeux de la multiplication, de la transversalité et de l'acceptabilité de l'innovation par le consommateur. Il a souligné l'importance pour y parvenir des recherches en agro-écologie (et régulations biologiques), en génétique, sur les émergences, le biocorrélateur et insisté sur le rôle des aménageurs qui travaillent dans les secteurs, y compris l'agriculture, depuis le laboratoire de recherche jusqu'au champ et à l'assiette. ■■■

JANVIER-FÉVRIER 2017 | N°609 | LA POMME DE TERRE FRANÇAISE

extrait du dossier *La Pomme de Terre Française*, N°609

Carrefour Recherche Plant de Pomme de Terre 20 et 21 mai 2014 : Quelles innovations pour conforter la qualité et la compétitivité de la filière de demain ?

