

INNOVER EN MATIÈRE D'ÉVALUATION DE VARIÉTÉS, SEMENCES ET PLANTS AU SERVICE DE LA TRANSITION AGROÉCOLOGIQUE

A
X
E
1

Le GEVES mène des actions de recherche appliquée, visant à améliorer l'évaluation des variétés et de la qualité des lots de semences, dans un contexte de transition agroécologique.

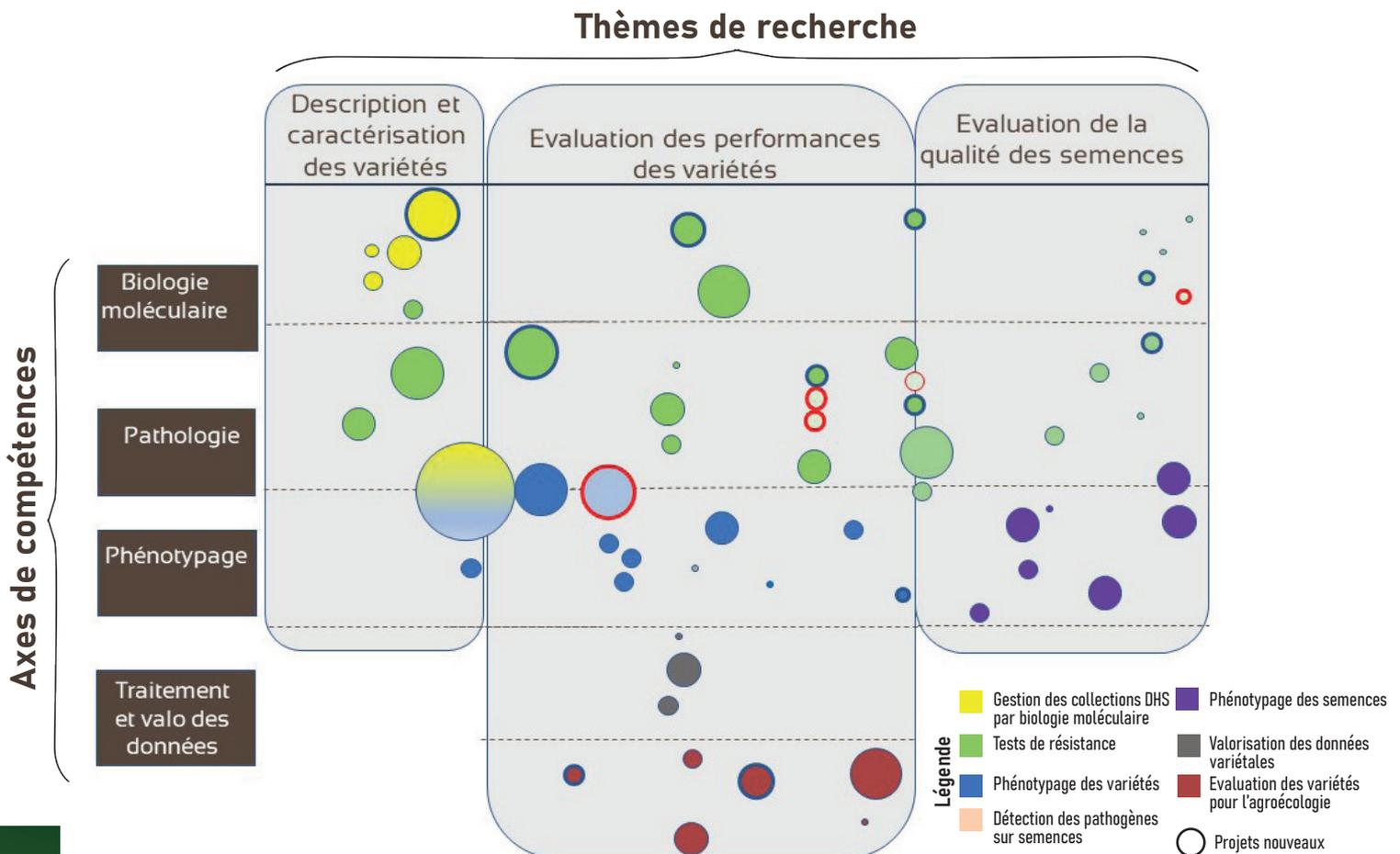
En 2022, le GEVES était impliqué dans **60 actions ou projets de recherche** (nationaux et internationaux), en tant que partenaire ou pilote.

15 nouveaux projets ont démarré en 2022. Certains de ces projets permettront de mieux gérer les collections de référence, d'évaluer de nouvelles résistances variétales aux bioagresseurs, ou la résilience des variétés face au changement climatique. Des projets nouveaux ont pour objectif une meilleure évaluation des variétés pour l'Agriculture Biologique et l'agroécologie. D'autres collaborations scientifiques vont permettre de mettre au point des méthodes d'analyse de la qualité sanitaire des semences et d'évaluation de l'effet des produits de biocontrôle sur semences.

Le GEVES a renouvelé en 2022 son conseil scientifique, chargé d'apporter un avis consultatif sur les orientations de recherche et la politique de partenariat scientifique, et a initié la définition de sa nouvelle politique de R&D.

En 2022, le GEVES a été agréé CIR (Crédit Impôt recherche), en tant qu'organisme exécutant des travaux de recherche et développement (R&D) pour le compte d'entreprises. Cet agrément est valable pour les années 2022, 2023, et 2024.

60 projets/actions de recherche GEVES en 2022 dont 15 nouveaux* - voir détails annexe page 50/51



Mettre au point un test de résistance variétale aux jaunisses virales pour les betteraves sucrières



Le projet PNRI Yellow Resisbeet (2021-2024), piloté par le GEVES, en partenariat avec l'ITB, a pour objectif de mettre au point un protocole d'évaluation des résistances/tolérances variétales aux 4 virus (BChV, BMV, BYV et BtMV), responsables des jaunisses virales sur betteraves. Ce nouveau test favorisera l'inscription de variétés tolérantes/résistantes au Catalogue officiel français et leur mise à disposition rapide auprès des agriculteurs.

En 2022, ce projet a permis de :

- 1) développer une méthode de production de l'inoculum, à partir de pucerons virulifères (*Myzus persicae*),
- 2) définir les paramètres d'inoculation au champ et en conditions contrôlées assurant une infestation homogène des viroses et une discrimination significative entre modalité inoculée et non inoculée,
- 3) développer une méthode RT qPCR multiplexe pour détecter et identifier ces 4 virus,
- 4) étudier les critères les plus pertinents pour évaluer la tolérance variétale à partir de données de productivité et des notations de symptômes obtenues notamment par imagerie.

Ce levier génétique va être proposé aux Fermes Pilotes d'Expérimentation pour mettre au point une méthode de lutte intégrée dans un contexte agroécologique.

Adapter les protocoles d'évaluation de la résistance des variétés aux évolutions des bioagresseurs : le projet ToBR-Ag.

ToBR-Ag est un projet financé par l'OCVV, débuté en février 2022, qui regroupe 18 partenaires européens et asiatiques pour 3 ans.

Piloté par le GEVES, il a pour objectif de développer un test de résistance de la tomate et du piment au **ToBRFV**. Ce Tobamovirus émergent, contourne les génétiques de résistance actuelles et présente une menace pour la filière par sa capacité de dissémination, conduisant l'Europe à lui attribuer un statut de quarantaine. Le criblage et l'introgession de nouvelles génétiques de résistance sont un des principaux moyens de lutte envisagé. Après une caractérisation d'isolats viraux, un panel de variétés sera étudié pour déterminer les niveaux de résistance présents dans les variétés commerciales et valider une méthode d'évaluation par biotest mise en place par le GEVES et par biologie moléculaire.

Une seconde action du projet est l'**adaptation du biotest d'évaluation de la résistance du melon aux nouveaux pathotypes du puceron *Aphis gossypii***. La corrélation du protocole actuel de tests de résistance en conditions contrôlées avec un nouveau protocole intégrant les symptômes foliaires observés au champ sera vérifiée. Une méthode de biologie moléculaire sera validée comme alternative au biotest.

Pour chaque pathosystème, un protocole de DHS sera établi comme méthode officielle pour l'inscription et la protection des variétés.

Prendre en compte la culture en couvert complexe



Les couverts complexes (associations d'espèces ou mélanges de variétés) constituent des leviers pour sécuriser les productions végétales et réduire l'usage des produits phytopharmaceutiques. Côté plantes de service, un nouveau protocole d'étude VATE a été mis au point en 2022 sur trèfle blanc en usage plante-compagne pérenne de cultures annuelles successives et de production de semences de graminées. Les services rendus sont la lutte contre les adventives et la fourniture d'azote à la culture de rente. Pour les autres espèces, les couverts complexes sont actuellement encore peu pris en compte lors de l'évaluation officielle des

variétés en raison de verrous méthodologiques. Pour les lever, le GEVES est partenaire de plusieurs projets de recherche dont l'un des objectifs a trait aux couverts complexes :

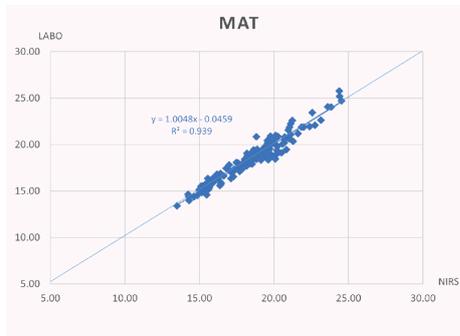
VIGO étudie l'effet de la vigueur du colza sur les cibles agronomiques visées par les agriculteurs, en particulier la tolérance aux dégâts d'insectes (altise et charançon du bourgeon terminal principalement) et l'effet de certaines pratiques comme l'association du colza avec une légumineuse gélive sur cette vigueur.

MoBiDiv vise à mieux comprendre les effets de l'utilisation des mélanges sur la réduction de l'utilisation des pesticides et les mécanismes d'interaction entre les plantes au sein des mélanges. Le projet est axé sur le blé, le pois et les plantes fourragères. L'objectif est de concevoir des outils pour sélectionner des variétés spécialement adaptées à une utilisation en mélange.

STABLE a pour objectif d'évaluer la stabilité de variétés de blé tendre d'hiver cultivées en pur et en mélange.

RESO2 a pour objectif de faire un état de l'art de l'évaluation de l'aptitude des variétés à l'association, trait majeur pour la transition agroécologique.

L'évaluation des variétés de trèfle violet améliorée



Pertinence de l'équation de calibration NIRS du trèfle violet pour la teneur en protéines.

Pour accroître l'offre de protéines et la durabilité des agrosystèmes français, le projet CasDAR NuTrifolium (2019-2022) a pour objectif d'étendre aux variétés de trèfle violet candidates à l'inscription, la connaissance des critères nutritifs nécessaires à établir l'équilibre énergie/protéines de la ration des ruminants, notamment dans le cas des prairies multi-espèces, et améliorer la valeur alimentaire de l'espèce dans les programmes de sélection.

Co-animé par le GEVES et le laboratoire de chimie d'INRAE URP3F avec la contribution des sélectionneurs, Nutrifolium s'est appuyé sur 1455 échantillons de trèfle violet collectés dans les essais du CTPS pour élaborer une équation de prédiction NIRS des teneurs variétales en protéines, lignocellulose, sucres totaux et matières minérales. Cette équation est plus précise et de meilleure valeur prédictive que celle de la luzerne simplement enrichie avec du trèfle violet.

La pertinence du réseau d'essais et du protocole d'échantillonnage associé a également été évaluée. Si les interactions entre facteurs variété, lieu et ordre de coupe justifient l'approche multi-locale de l'échantillonnage avec deux coupes de printemps, l'absence d'effet significatif du cycle d'étude et de la ploïdie des variétés permettrait de limiter l'échantillonnage à la 2ème année avec une liste variétale unique.

L'introduction de règles pour l'inscription sera finalisée en post-projet en 2023. La nouvelle équation sera valorisée auprès des établissements partenaires.



Patricia LEM
Responsable
pôle Biochimie

Au sein du pôle biochimie, nous menons des projets pour mettre au point ou améliorer les méthodes employées dans les études conduites pour l'inscription des variétés au catalogue officiel français. L'intégration de la technologie SPIR, présentant plusieurs avantages, être rapide, non destructive et ne nécessitant pas l'emploi de produits chimiques, est un point fort dans l'évolution de nos méthodes. Le potentiel de cette technologie mérite d'être exploré davantage. Celle-ci associée à l'évolution du traitement des données ouvre de nouvelles perspectives intéressantes.

Témoignage

Adapter l'évaluation variétale à une diversité d'agriculture

La transition agroécologique repose sur une diversification des services apportés par les cultures à l'agroécosystème. Elle suppose d'évaluer les variétés pour plus de services et une diversité de pratiques culturales et d'environnements.

Faire évoluer les modalités d'évaluation caractère normal variétale et adapter les réseaux d'essais sont les objectifs du projet CASDAR RESO₂, en ciblant particulièrement les dispositifs d'inscription au catalogue officiel. Il vise à décliner les propositions issues du projet RESO en actions opérationnelles et venir en appui aux sections du CTPS. Ce projet constitue un soutien à la mise en œuvre du plan SPAD₂ (« Semences et Plants pour une Agriculture Durable », 2020-2024). Le projet



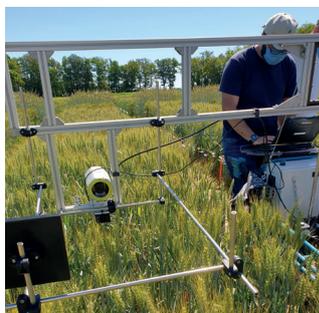
1) la mesure de traits d'intérêt pour des systèmes agroécologiques (compétitivité aux adventices, vigueur et aptitude à l'association),

- 2) la définition d'essais en conditions agroécologiques et l'étude de diverses hypothèses d'intégration à des réseaux d'évaluation,
- 3) l'adaptation des règles de décision (cotations) pour favoriser l'inscription de variétés pour ces systèmes.

Le projet MUSE est étroitement lié au travail mené par le groupe Variétés du GIS Grandes Cultures HPEE (INRAE, Instituts Techniques Agricoles, GEVES) qui vise à poser les bases méthodologiques et techniques d'une évaluation multicritères des variétés tenant compte de l'évolution attendue des systèmes de cultures.

*Projet CASDAR RESO₂ : Incidence de la transition agroécologique sur les modalités d'évaluation des variétés et la conception des réseaux d'essais.
Projet MUSE : Évaluation multicritère des variétés pour des objectifs, systèmes de culture et pratiques diversifiés.*

Développer le phénotypage numérique

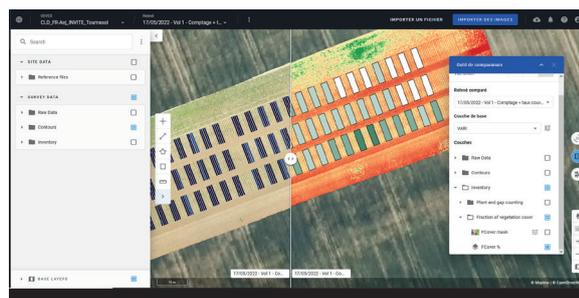
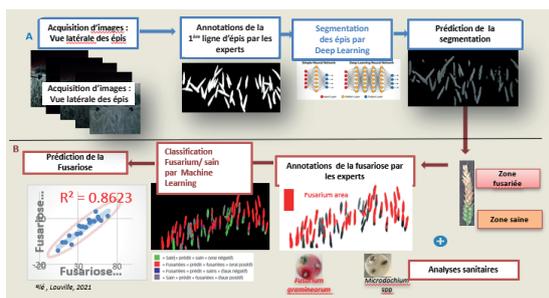


Le projet européen H2020 INVITE a pour ambition d'améliorer l'efficacité de l'évaluation variétale.

Dans ce projet, le GEVES participe au développement de nouveaux outils de phénotypage. En 2022, le test de drones sur des essais de maïs et de tournesol et l'analyse des images ont complété les observations classiques.

Des comptages à la levée et la dynamique de couverture du sol ont été déterminés. L'expérience acquise sur ce projet a contribué à développer l'utilisation du phénotypage numérique sur 18 espèces avec 5822 caractérisations de micro-parcelles. En lien avec INVITE, le projet FSOV

Fus'eye a permis d'améliorer l'évaluation de la résistance variétale en remplaçant les notations visuelles - jugées trop dépendantes de l'expérimentateur - par de l'imagerie multispectrale pour quantifier la fusariose sur épis de blé. A partir du phénotypage d'un large panel de variétés en étude CTPS ou en sélection, des algorithmes, basés sur le *machine learning* ont été développés pour segmenter les épis puis identifier et quantifier la fusariose sur épis de blé tendre et blé dur. Ces travaux de phénotypage des bioagresseurs sur céréales à paille vont se poursuivre avec le projet européen Horizon-Infra-2022, Phenet, qui démarre en 2023.



Création de 2 algorithmes :

A : segmentation des épis; B : quantification de la fusariose; avec la caméra multispectrale CMS4

Variétés et changement climatique : au cœur du projet INVITE



L'adaptation des variétés au changement climatique est au cœur des préoccupations du GEVES. Cette thématique est particulièrement travaillée dans le projet H2020 INVITE, notamment sur le maïs. Dans ce programme de recherche, le GEVES participe à un réseau d'évaluation coordonné par l'unité INRAE LEPSE. En 2022, ce réseau comprenait 15 situations de test dont 4 suivies par le GEVES sur sa station du Magneraud (17) et sur l'Unité expérimentale INRAE Diascope à Mauguio (34). Ce réseau conduit à l'échelle européenne explore une diversité de demandes évaporatives et de températures ainsi qu'une

gamme de disponibilités en eau grâce à l'ajout de niveaux d'irrigation contrastés sur certains sites comme au Magneraud et à Mauguio. L'objectif est de mettre au point des outils et des méthodes (phénotypage, envirotypage) pour identifier dans les essais VATE, les variétés qui se comportent le mieux dans différents scénarios de stress hydriques ou thermiques.

Renforcer les connaissances et leurs valorisations sur les semences, les bioagresseurs et les interactions plantes-pathogènes

Suivi épidémiologique des rouilles des céréales à paille



H2020 Rustwatch est un projet européen sur 4 ans terminé en septembre 2022, dont l'objectif est le développement d'un nouveau système d'alerte précoce sur les rouilles du blé (rouille jaune, brune et noire), basé sur une approche multi-acteurs et multi-réseaux.

Lors de la réunion finale à Cambridge, le GEVES

a présenté l'impact positif de ce projet pour les offices d'examen européens pour l'inscription, avec une meilleure connaissance des nouvelles races de rouilles, grâce au développement de l'outil numérique «Wheat rust early warning », permettant une diffusion d'information ouverte et rapide sur la distribution et fréquence des races ou génotypes.

La collaboration avec l'Université d'Aarhus au Danemark se poursuit après la fin du projet pour le suivi épidémiologique des rouilles, via le réseau VAT européen et en utilisant les outils numériques ([lien vers les site Yellow Rust Tools](#)).

Suite à l'extension de la rouille noire en Europe de l'Ouest, et en France depuis 2020, des échanges continueront avec le Global Rust Reference Center et INRAE, pour identifier les races prévalentes en Europe et aider les sélectionneurs à développer des résistances durables.



[suivez le lien site GEVES](#)

Exploration de méthodes pour détecter les insectes dans les lots de semences



La relation entre insectes ravageurs et semences est une problématique croissante car les dommages causés par les insectes au champ et/ou durant le stockage peuvent avoir des impacts importants en termes environnementaux et économiques. De ce fait, les restrictions aux importations imposées par les Pays sont de plus en plus fortes et actuellement, les règles ISTA ne fournissent pas de méthodes permettant aux laboratoires de répondre à ces demandes. Pour cette raison, un projet international financé par l'ISTA et piloté par le GEVES a été réalisé sur 3 ans afin d'explorer différentes méthodes présentant un potentiel pour détecter les insectes dans les lots de semences.

Plusieurs pathosystèmes insectes/semences ont été sélectionnés avec une priorité donnée aux insectes concernés par les passeports phytosanitaires ou en tant que modèles d'étude. Des recherches bibliographiques ont permis d'identifier les méthodes existantes à tester pour chaque pathosystème en corrélation avec le type d'insectes et de semences. De ce fait, des pathosystèmes représentatifs du type d'insectes (*Bruchus sp./Lentilles*; *Acanthoscelides obtectus/Haricots* et *Sitophilus granarius/Blé*) ont été testés avec les méthodes suivantes : piège de Berlese, tamisage, inspection morphologique, radiographie 2D, consommation d'oxygène et imagerie multispectrale. En parallèle, l'identification visuelle et le barcoding ont été testés pour l'identification des insectes. Les résultats sont en cours d'exploitation et un workshop sera organisé en 2023.

Détection par séquençage de pathogènes transmis par les semences (projets barcoding et métabarcoding)



Le GEVES coordonne un projet collaboratif nommé Barcoding *Fusarium* et financé par l'ISTA pour le développement et la validation d'une méthode d'identification de souches de *Fusarium* et *Microdochium* isolées de semences de céréales (blé, orge, avoine...) par séquençage Sanger. Plusieurs partenaires participent à ce projet, dont des laboratoires d'Amérique et d'Europe. En 2022 les partenaires du projet se sont réunis pour identifier les gènes fongiques à séquencer pour permettre la bonne identification par barcoding des souches de champignons obtenues dans le cadre d'analyse sanitaire sur semences.

Le GEVES est également engagé dans un projet collaboratif, nommé Projet Défi, avec des partenaires de la SFR Quasav à Angers (UMR IRHS et Plateau ANAN). Ce projet permettra d'évaluer une approche de séquençage NGS et métabarcoding pour la détection et l'identification par métabarcoding des *Fusarium* directement sur semences de céréales sans étape préalable d'isolement.

Des mesures rapides de la germination et de la vigueur des semences potagères

Un projet financé par l'ISTA associant les comités techniques de Germination et de Vigueur a permis de mettre au point des méthodes rapides d'évaluation de la germination et de la vigueur des semences de 5 espèces de la famille des Brassicacées : **chou-fleur, chou, radis, moutarde brune et chou chinois**.

Des essais au laboratoire, en serre et au champ, réalisés sur 10 à 13 lots par espèce, issus de 3 variétés différentes, ont permis de montrer qu'un comptage précoce de germination en conditions optimales, pouvait prédire avec une bonne précision, la qualité physiologique des lots de ces espèces. Les résultats publiés sur chou-fleur (Shinohara et al., 2021) ont montré une bonne corrélation entre un comptage de germination à 48h à 20°C ou 20h à 30°C, la faculté germinative et la vigueur des semences. Ce comptage précoce a par ailleurs l'avantage d'être facilement automatisable grâce à des techniques d'imagerie dans le visible ou en multispectral, comme cela a été montré lors du Seed Symposium 2022 de l'ISTA (Ducournau et al., 2022 ; Wagner et al., 2022), et par conséquent d'**accélérer l'évaluation de la qualité des semences**.

Vers un réseau mondial d'échanges de semences saines et infectées, pour un usage de matériel de référence.

Les semences représentent une matière première essentielle pour le développement et la validation de méthodes de détection, l'organisation d'EIL ou la formation. Cependant, l'acquisition de semences saines ou infectées peut être difficile. C'est pourquoi, il est apparu important de **mettre en place un réseau d'acteurs** de la filière pour organiser et mettre en relation les fournisseurs et les utilisateurs de semences dans le cadre de la phytopathologie.



Démarré en juin 2022, le projet Euphresco «Shareseeds» coordonné par le Geves, regroupe 18 participants internationaux. Ce projet d'une durée de 3 ans a pour objectif de **développer une plateforme d'échange de lots de semences caractérisés sains et infectés**.

Durant la première année de, la construction d'une enquête a été amorcée pour recenser les besoins en semences et les fournisseurs potentiels. Des discussions au sein du projet ont permis de lister les critères importants à définir pour un lot de semences. Différents tableaux sont en construction et seront mis à la disposition des acteurs du secteur sur un site web à portée internationale.

Conforter l'organisation R&D du GEVES et la valorisation des résultats

Nouveau Conseil Scientifique du GEVES 2023 / 2027

Catherine Giauffret Présidente du Conseil Scientifique	Chargée de recherche sur les stress climatiques,	INRAE Montpellier
Thierry Candresse	Directeur de recherche en virologie,	INRAE Bordeaux
Loïc Lepiniec	Directeur de recherche en biologie des semences,	UPB
Stéphane Jezequel	Directeur scientifique,	Arvalis-Institut du végétal
Didier Pellet	Responsable du groupe de recherche Variétés et semences,	Agroscope
Medhi Siné	Directeur Scientifique, Technique et Numérique,	Acta
Marie Weiss	Ingénieur de recherche en télédétection,	INRAE Avignon
Christophe Salon	Directeur de recherche en écophysiologie,	INRAE Dijon
Alain Charcosset	Directeur de recherche en génétique quantitative,	INRAE Le Moulon
Mathilde Causse	Directrice de recherche en génétique,	INRAE Avignon
Jean-Albert Fougereux	Directeur technique,	FNAMS
Philippe Reignault	Directeur du laboratoire de santé des végétaux,	ANSES
Anne Grevet	Chargée d'étude OGM et NBT, DGAL,	Ministère chargé de l'agriculture

Valoriser les travaux de recherche

Les avancées permises par les travaux de recherche menés au GEVES sont valorisées à travers des publications et des participations à des séminaires nationaux et internationaux.

Le GEVES a ainsi publié en 2022, 7 articles dans des revues scientifiques, et 7 articles dans des revues techniques.

Les experts techniques et scientifiques du GEVES ont présenté les résultats de recherche obtenus en matière d'évaluation de la qualité des semences et des variétés lors de congrès et réunions nationales et internationales : CIMA, ISTA, OCVV, IHC 2022, sous la forme de **18 posters et 18 communications orales.**



Le GEVES à l'IHC 2022



IHC : Un évènement d'ampleur qui a lieu tous les 4 ans, véritables Jeux Olympiques de l'horticulture.

Du 14 au 19 août, 2500 congressistes du monde entier (88 pays) se sont réunis pour l'IHC2022 à Angers pour partager de multiples sujets scientifiques autour du végétal spécialisé (fruits, légumes et ornementales).

Ce congrès scientifique a été riche de présentations sur de nombreux domaines (versions longues ou plus courtes en plénière, symposia et e-posters) dont les présentations d'experts du GEVES.

Un stand du GEVES a permis pendant tout le congrès des échanges avec des scientifiques et professionnels de ces filières et du monde entier.

[\(lien vers les vidéos\)](#)

Le GEVES a également réalisé des visites techniques le mercredi 17 août :

- une sur l'unité d'études des variétés à Brion
- une à la Station Nationale d'Essais de Semences à Beaucouzé



PERSPECTIVES 2023

La nouvelle politique de R&D du GEVES sera définie et mise en place en 2023, avec l'appui du Conseil Scientifique nouvellement constitué. De nouveaux projets de recherche, récemment acceptés, permettront de développer l'utilisation de l'analyse d'image lors de l'évaluation des variétés pour l'inscription (AgroEcophen, PEPR Agroécologie et Numérique), et d'améliorer la description et les évaluations des espèces légumineuses (Belis, Horizon Europe).

De fortes attentes portent également sur le développement de l'imagerie et de l'intelligence artificielle appliquées à l'évaluation de la qualité des semences.