

La qualité germinative, un levier pour augmenter les rendements

- › Développement de la graine
- › Pouvoir de germination
- › Allongement de l'hypocotyle
- › Levée
- › Installation des plantules
- › Stress biotiques/abiotiques
- › Biostimulants
- › Phénotypage haut débit



- › Déterminisme génétique
- › QTL, GWAS
- › Sélection variétale
- › Biomarqueurs de la qualité
- › Réseaux de régulation génique
- › Epigénétique
- › Flux métaboliques
- › Approche isotopique

Le Responsable du pôle Semences de l'IRHS en parle

Dernière mise à jour : Mai 2019



Olivier Leprince,
Responsable du Pôle Semences de l'**IRHS**
Institut de Recherche en Horticulture et Semences, Angers

La qualité germinative détermine le succès de l'implantation d'une culture. Des défauts de germination ou de levée ont des répercussions irrémédiables sur le rendement de la culture.

L'Europe reste très dépendante des importations en protéines végétales, notamment issues du soja sud-américain. L'adoption des légumineuses par les agriculteurs français et européens demeure fortement entravée par l'**instabilité des rendements**.

L'enjeu est donc de **sélectionner des variétés capables de garantir une implantation de qualité, et ce malgré un contexte de changement climatique et de réduction des intrants agricoles**. C'est l'un des axes de recherche de l'**IRHS** (Institut de Recherche en Horticulture et Semences) : des experts de la physiologie et de la génétique des semences étudient les facteurs moléculaires et environnementaux qui déterminent les aptitudes des semences à se conserver, à germer et à lever.

La boîte à innovations d'Objectif Végétal est une série de numéros de 4 pages qui vous permet, **sur des thématiques différentes**, de découvrir ou de mieux connaître les laboratoires de recherche des Pays de la Loire. **Cet outil vise à encourager les collaborations entre les entreprises et les chercheurs**. Vous y trouverez les projets récents ou en cours, les résultats marquants, les contacts utiles ainsi que les **opportunités de partenariat**.

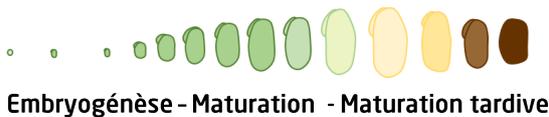
Retrouvez tous les numéros dans la **rubrique Innovation** de notre site internet :
<http://www.objectifvegetal.univ-angers.fr>

LA VIGUEUR GERMINATIVE

La **vigueur germinative** (ou qualité germinative) est l'ensemble des caractéristiques permettant à un lot de semences de **germer** puis de **lever de façon rapide et homogène** en **conditions optimales ou pénalisantes**. Elle joue un rôle clé dans l'établissement du peuplement végétal et donc conditionne le rendement des cultures. Elle procure un avantage concurrentiel sur les mauvaises herbes, limitant ainsi l'emploi d'herbicides. Concernant les légumineuses à graines, la maîtrise de la qualité germinative est un levier de taille pour augmenter la production de protéines végétales.

Le problème : La **vigueur germinative est mal comprise**. Elle dépend fortement d'**interactions génotype-environnement**. Elle prend une **importance grandissante** au vu des effets du changement climatique et de la diminution programmée des herbicides et pesticides.

Elaboration



Embryogénèse - Maturation - Maturation tardive

Elaboration de la vigueur des graines au cours de leur développement

L'élaboration est impactée par :

- > les tissus maternels entourant la graine
- > les stress abiotiques (hydrique, thermique, salin, lumière)
- > les stress biotiques



Maintien



SEMENCE SÈCHE

Stockage

Maintien de la vigueur germinative pendant le stockage

La vigueur germinative diminue progressivement au cours de son stockage à cause du vieillissement.

Expression



SEMIS

Germination

Levée

Expression de la vigueur des graines lors de l'installation de la culture

Son expression est impactée par :

- > les stress abiotiques (hydrique, thermique, salin, lumière)
- > les propriétés pédologiques du lit de semences
- > les agents pathogènes (complexes fongique et bactérien du sol, ravageurs)

THÉMATIQUES & RÉSULTATS DE RECHERCHE

Les spécialistes de la semence de l'**IRHS (Institut de Recherche en Horticulture et Semences)** développent des approches multidisciplinaires pour élucider les mécanismes impliqués dans :

- > **l'élaboration de la qualité physiologique** des semences pendant leur développement,
- > **l'impact de l'environnement** sur cette élaboration,
- > **l'expression de la qualité germinative** lors de l'installation des plantules.

Ces recherches bénéficient d'équipements mutualisés au sein de la SFR Quasav : la **plateforme de phénotypage PHENOTIC** et la **plateforme d'analyses phytochimiques PIAM Phyto**. Elles sont essentielles pour la **pré-sélection** et la **création variétale** car elles visent à identifier les gènes impliqués dans la capacité du lot de semences à germer et à s'installer rapidement sur la parcelle. Elles sont également d'un grand intérêt pour l'**appréciation et la gestion de la qualité après-récolte**, et pour la **gestion des lots de report**. Les chercheurs de l'**IRHS** transposent régulièrement leur expertise sur de nombreuses espèces d'intérêt présentant des difficultés d'implantation.

❑ CONSERVATION ET TOLÉRANCE AUX STRESS DES GRAINES

olivier.leprince@agrocampus-ouest.fr



Objectif : Identifier les mécanismes régulant l'élaboration de la vigueur germinative pendant le développement de la graine en relation avec l'environnement (a)biotique, afin de trouver des marqueurs prédictifs utilisables en **prebreeding** ou en **gestion des lots de graines**. Les travaux concernent :

- Les **légumineuses** (luzerne, soja, pois) soumises au **stress chaleur** et au **déficit hydrique**
- Les **brassicacées** (colza, Arabidopsis) soumises au **stress chaleur** et au **déficit hydrique** ainsi qu'à des **agents pathogènes** : *Alternaria ssp*, *Plasmodiophora*
- Les **solanacées** (tomate) soumises au **stress chaleur** et au stress **lumière**

→ **Intégration de réseaux de régulation géniques et étude des modifications épigénétiques** pendant le développement des différents tissus de la graine lorsque la plante-mère est soumise à ces différents stress qui impactent la performance germinative.

→ **Analyse GWAS** par phénotypage haut-débit des graines et plantules, et **intégration des loci dans les réseaux de régulation** afin de déduire les gènes régulant la plasticité de la performance de la graine en champ.

Résultats marquants :

- La **longévité** des graines a évolué en co-optant des **voies d'activation de défense** contre les agents pathogènes nécrotrophes.
- **Identification de facteurs de transcription co-régulant la longévité et la dégradation de la chlorophylle** dans les graines.
- Une approche transcriptomique révèle l'**importance des phases tardives de la maturation** pour la longévité des graines de soja.

➤ Thèse China Scholarship Council (2018-2021)



Thèse de **Zhijuan Chen**. Impacts of abiotic stresses on *Medicago* seed development and acquisition of quality traits using systems biology approaches. jerome.verdier@inra.fr

➤ Projet Seequatom (2017-2020)



Thèse d'**Elise Bizouerne**. Approche de biologie de systèmes pour élucider les mécanismes régulateurs de la qualité germinative pendant la maturation du fruit chez la tomate. olivier.leprince@agrocampus-ouest.fr

☐ SUCCÈS DE LA LEVÉE ET DE L'INSTALLATION DES CULTURES

beatrice.teulat@agrocampus-ouest.fr



Objectif : décrypter les mécanismes physiologiques et identifier les déterminants génétiques contribuant à une levée et un établissement efficaces des plantules sous des contraintes environnementales abiotiques et biotiques. Les travaux concernent prioritairement les **légumineuses** et ***Arabidopsis thaliana***.

→ **Analyser la plasticité phénotypique et l'interaction Génotype x Environnement, identifier au sein de la diversité génétique, des traits fonctionnels et loci / gènes régulant l'adaptation aux stress (froid, déficit hydrique, stress nutritionnel...) et la performance des plantules.**



➤ Projet MEDI-SENS (2016-2019)

Thèse de **Douae Ben Hdech**. Exploration de la **diversité génétique naturelle** pour étudier l'efficacité d'utilisation de l'azote lors de la croissance des plantules de *Medicago truncatula* sous contraintes abiotiques : faible apport azoté et basse température. beatrice.teulat@agrocampus-ouest.fr

→ **Etudier le rôle du métabolisme primaire et énergétique** : mécanismes de tolérance au stress des plantules, azote et interactions plante-pathogène, signalisation et transport de nitrate et régulation de la croissance de la racine primaire, flux métaboliques (C, N, P, S, O).

➤ Projet IONIS (2017-2020)



Thèse de **Lili Zang**. Caractérisation de la **voie de signalisation du nitrate** dans le **contrôle de la croissance de la racine primaire** chez *Medicago truncatula*. francoise.montrichard@univ-angers.fr

➤ Projet ISOSEED de Guillaume Tcherkez, Connect Talent Pays de la Loire 2018

Développer une **approche isotopique** (en **abondance naturelle**) pour **explorer les relations entre la qualité des semences** (pendant la germination et la levée) et le **métabolisme**.



Thèse de **Jean-Baptiste Domergue**, dans le cadre du projet **ISOSEED**. Découvrir des **biomarqueurs métaboliques de la qualité des semences**. guillaume.tcherkez@anu.edu.au

➤ Projet FUSION (2018-2021)



Thèse de **Thibault Barrit**. Rôle de l'**azote** dans l'interaction **plante - agent pathogène fongique** durant l'installation de la plantule. beatrice.teulat@agrocampus-ouest.fr

➤ Projet Acclimhot (2015-2018)



Thèse d'**Elise Réthoré**. Analyse intégrative de la **thermotolérance acquise** chez les **plantules d'*Arabidopsis***. david.macherel@univ-angers.fr

→ **Etudier le rôle des mitochondries dans les mécanismes de tolérance aux stress**

- Mise en évidence qu'en présence de nitrate, le **transporteur de nitrate MtNPF6.8** contrôle le développement racinaire via des **ROS (reactive oxygen species)**.
- Implication du **transporteur de nitrate AtNPF6.3** dans la modulation du métabolisme azoté et la sensibilité d'*Arabidopsis thaliana* en réponse au champignon nécrotrophe *Alternaria brassicicola*.
- Les **mitochondries** des semences d'*Arabidopsis* sont bioénergiquement **actives dès leur imbibition**, et se spécialisent lors de la préparation à la croissance autotrophe.
- En conditions pénalisantes (froid, déficit hydrique), l'**allongement des cellules** devient le déterminant majeur des différences d'**allongement de l'hypocotyle** entre génotypes, et non plus le nombre de cellules. Des **QTL** ont été identifiés pour ces caractéristiques.
- Mise en place d'un **système expérimental innovant** permettant d'**évaluer l'impact de stress abiotiques** (température, stress salin...) sur la germination et la survie des plantules.

Résultats marquants :

☐ Phénotypage de la qualité germinative

➤ Projet européen EUCLEG (2018-2022).

Réduire la dépendance de l'Europe et de la Chine aux protéines végétales importées.



L'IRHS est leader de la tâche **Phénotypage de la qualité germinative** de ce projet, sur la plateforme de phénotypage **PHENOTIC**, en collaboration avec la **SNES-GEVES**.

- Criblage de la variabilité génétique de 400 accessions de quatre légumineuses (soja, pois, trèfle, luzerne),
- Création d'une plateforme de phénotypage automatisé de la levée.

julia.buitink@inra.fr



Les données de phénotypage serviront à chercher des **associations marqueurs - phénotype** pour améliorer l'implantation des cultures et le rendement chez les légumineuses, par des **approches GWAS**.

COLLABOREZ AVEC LA RECHERCHE ACADEMIQUE

- Bénéficiez ...**
- d'expertises scientifiques,
 - d'équipements de pointe,
 - d'un réseau de collaborateurs,
 - d'idées innovantes



- Renforcez votre équipe de R&D avec...**
- des stagiaires de Master,
 - des doctorants sous modalité [Cifre](#),
 - des « [Jeunes docteurs](#) ».

➤ Contactez-nous pour vous aider à construire vos projets et à les soutenir :



Exemples de sujets de collaboration possibles

- Identifier des **facteurs déterminant la qualité germinative** pendant le développement de la graine
- Maîtriser la qualité germinative lors du conditionnement **post-récolte** et gestion du **stockage des graines**
- Développer des outils de caractérisation de la **longévité** des graines et de la **qualité germinative pour la technologie semences ou en pré-breeding**
- Étudier l'impact de **biostimulants** sur la capacité des semences à **germer** et à lever dans des conditions environnementales variées (**stress biotiques et abiotiques**)
- Étudier le rôle du **transport de nitrate**, de la signalisation du nitrate et du métabolisme azoté dans l'**installation des plantules en conditions de stress** biotique et abiotique
- Élucider le **déterminisme génétique** des traits physiologiques associés à l'installation des plantules en **conditions pénalisantes** (froid, azote, ...)

Formation à destination des professionnels

Conservation et stockage des semences
Ressources génétiques végétales : diversité génétique et valorisation
Ressources génétiques végétales : gestion des collections

Catalogue en ligne : agrocampus-ouest/formation-tout-au-long-de-la-



Thomas Heitz
Responsable de la formation continue
thomas.heitz@agrocampus-ouest.fr

Deep learning & big data
Logiciel R
Statistiques

Catalogue en ligne : formations.univ-angers.fr



Sonia Boucheron
Responsable de la formation continue
sonia.boucheron@univ-angers.fr

Possibilité de **VAE** (validation des acquis de l'expérience) dans le domaines **Semences et plants**



Sebastien Soulié, Chargé de mission Formation du programme Objectif Végétal
sebastien.soulie@univ-angers.fr

Une demande particulière ?
Faîtes-nous part de vos besoins :

Objectif Végétal, Recherche, Formation & Innovation en Pays de la Loire est un programme régional (2014-2019) impulsé par la Région Pays de la Loire qui implique les établissements d'enseignement supérieur et de recherche ([Université d'Angers](#), porteuse du projet, [Agrocampus Ouest](#), [ESA](#), [Inra](#), [Université de Nantes](#)) ainsi que le pôle de compétitivité [Végépolys](#).

Objectif Végétal a pour objectifs de renforcer la visibilité de la recherche amont, d'accroître l'attractivité du pôle de formation et ses liens avec les entreprises, de développer les collaborations avec les entreprises et de renforcer la valorisation économique des résultats de la recherche académique.

Contact **La boîte à innovations d'Objectif Végétal** :

Tanegmart Redjala, Chargée de détection & d'affaires Objectif Végétal - tanegmart.redjala@univ-angers.fr - www.objectifvegetal.univ-angers.fr
Maison de la Recherche, Campus du Végétal, 42 rue Georges Morel - CS 60057, 49071 Beaucouzé Cedex - 02 49 18 04 59



CE PROJET EST CO-FINANÇÉ PAR LA RÉGION ET LE FONDOS EUROPÉEN DE DÉVELOPPEMENT RÉGIONAL