

## PROPOSITION D'UN PROJET DE THÈSE A L'ÉCOLE DOCTORALE « Écologie, Géosciences, Agronomie, Alimentation »

### INFORMATIONS GÉNÉRALES

|  |
|--|
| <b>Titre de la thèse :</b> Déterminants GEnétiques de la Vigueur germinative et de la vigueur précoce chez le Colza  |
| <b>Acronyme :</b> GEVICO   |
| <b>Champ disciplinaire 1 :</b> Agronomie<br><b>Champ disciplinaire 2 :</b> Alimentation  |
| <b>Trois mots-clés :</b> Vigueur, Diversité génétique, Prédications phénotypiques  |
| <b>Unité d'accueil :</b> IGEPP (UMR 1349, INRAE-Institut Agro-Université de Rennes 1), Institut de Génétique, Environnement et de Protection des Plantes ( <a href="https://www6.rennes.inrae.fr/igepp/">https://www6.rennes.inrae.fr/igepp/</a> )   |
| <b>Nom, prénom de la directrice de thèse:</b> Nathalie NESI (HDR)<br><b>Adresse mail :</b> <a href="mailto:nathalie.nesi@inrae.fr">nathalie.nesi@inrae.fr</a>  |
| <b>Nom, prénom de la co-directrice de thèse:</b> Anne LAPERCHE (HDR)<br><b>Adresse mail :</b> <a href="mailto:anne.laperche@agrocampus-ouest.fr">anne.laperche@agrocampus-ouest.fr</a>   |
| <b>Financement (origine et montant) :</b> 50% Promosol (acquis) – 50% INRAE (acquis)   |
| <b>Contact(s) (adresse postale) :</b> Nathalie NESI, UMR1349 IGEPP, Domaine de la Motte, BP 35327,35653 Le Rheu cedex, France, <a href="mailto:nathalie.nesi@inrae.fr">nathalie.nesi@inrae.fr</a> ; Anne LAPERCHE, UMR1349 IGEPP, Domaine de la Motte, BP 35327,35653 Le Rheu cedex, France, <a href="mailto:anne.laperche@agrocampus-ouest.fr">anne.laperche@agrocampus-ouest.fr</a>  |
| <b>Mode de recrutement</b><br>Le mode de recrutement du doctorant dépend de la nature du financement du projet de thèse. Pour identifier le mode de recrutement, veuillez consulter le site web de l'ED EGAAL - <a href="#">cliquez ici</a> . Le projet de thèse <b>ne sera pas</b> publié si cette information est manquante.<br><input type="checkbox"/> <b>Concours</b> <input checked="" type="checkbox"/> <b>Entretien</b> <input type="checkbox"/> <b>Autre (précisez) :</b> |

**Toutes les rubriques de ce document doivent être remplies.**  
**Une fois complété, merci d'enregistrer ce document au format pdf avec le nom suivant :**  
**Nom du Directeur thèse\_Unité\_Acronyme du sujet\_FR.pdf**

## DESCRIPTION SCIENTIFIQUE DU PROJET DE THÈSE

### Contexte socio-économique et scientifique

La vigueur et l'amélioration de l'implantation du colza sont des leviers pour garantir une adaptation de la culture aux aléas climatiques et à son intégration dans des systèmes agroécologiques. Cependant, peu de connaissances couplées à des savoir-faire et des outils sont disponibles pour optimiser la création de variétés vigoureuses. La vigueur correspond à la capacité des plantes à se développer, et chez le colza d'hiver, elle se décline en plusieurs composantes au cours du cycle de culture. GEVICO se focalisera sur le *continuum* vigueur germinative (germination-levée) – vigueur précoce (levée-5 feuilles) avec pour objectif d'identifier et de caractériser les déterminants génétiques de la vigueur au départ et de proposer des outils et des méthodologies de transfert de connaissances vers les programmes de sélection. Les principales retombées de la thèse seront : 1) la caractérisation des ressources génétiques pour des caractères identifiés comme prioritaires par la filière, 2) l'identification des déterminants de la vigueur germinative et précoce, 3) la mise à disposition d'outils pour la sélection, et 4) des connaissances pour accompagner la transition vers des pratiques agroécologiques.

### Hypothèses et questions scientifiques

Le déterminisme génétique de la vigueur est de type polygénique et soumis aux interactions G×E×C. Des démarches de génétique quantitative seront donc mises en œuvre dont la résolution dépend d'un déséquilibre de liaison (DL) faiblement étendu et de la maximisation de la diversité génétique explorée. Les analyses conduites chez le colza sur d'autres caractères polygéniques montrent que la diversité génétique au sein des colzas oléagineux d'hiver est restreinte, et que le DL dans les populations correspondantes est étendu. Ainsi, une des hypothèses sur laquelle se base GEVICO est qu'il existe une diversité génétique intéressante et valorisable pour la vigueur germinative et/ou précoce dans des germplasmes plus éloignés, voire de la diversité génétique introgressée à partir des espèces progénitrices. Une seconde hypothèse est que les loci identifiés dans des structures génétiques 'lignées pures' sont de bons candidats pour améliorer la vigueur dans des variétés hybrides. La dernière hypothèse est que les outils de sélection génomique (SG) et de sélection phénotypique (SP) sont adaptés à la prédiction de la vigueur. Ainsi, GEVICO se décline en trois questions : 1) Quelles sont les relations génétiques entre les composantes de la vigueur et les trade-offs avec le potentiel de rendement et de qualité de la culture ? ; 2) Peut-on estimer l'intérêt de sources de diversité éloignées des élites pour la sélection de la vigueur ? ; 3) Peut-on utiliser la SP pour prédire la vigueur et quel est son intérêt par rapport à la SG ?

### Principales étapes de la thèse et démarche

La population d'étude comprendra 364 accessions de colzas très diversifiées. Les ressources (lots de graines, génotypage) seront disponibles au début de la thèse. La thèse sera divisée en 3 tâches : 1) phénotypage multifactoriel, 2) analyses génétiques et 3) établissement de calibrations génomiques et/ou phénotypiques.

**T1. Phénotypage:** Les variables de vigueur germinative seront acquises sur des bancs de germination (GEVES, Angers). En parallèle, des profilages métaboliques et hormonaux seront réalisés sur de jeunes plantules (plateau P2M2, Le Rheu). En complément, les accessions seront suivies jusqu'au stade 4-5 feuilles dans un dispositif sous tunnel à l'IGEPP. Enfin, des spectres NIRS seront acquis sur graines sèches et sur plantules pour chaque accession.

**T2. Analyses génétiques:** Une approche de GWAS permettra d'identifier les régions génomiques impliquées dans le contrôle de la vigueur au départ. La taille de la population ainsi que la diversité génétique représentée sont des éléments permettant d'espérer une bonne puissance des analyses et une bonne résolution des loci identifiés.

**T3. Calibrations génomiques et phénotypiques:** Elles seront réalisées en utilisant la population d'étude comme population d'entraînement. Plusieurs modèles seront testés et les calibrations développées seront validées par cross-validation. Pour estimer la portabilité des équations de prédiction, une validation sera réalisée à l'aide de jeux de données indépendants acquis dans des projets antérieurs.

### Approches méthodologiques et techniques envisagées

Les compétences cognitives et techniques couvertes par la thèse relèvent de :

- Physiologie végétale, génétique quantitative (analyses d'association), génétique des populations (structuration de populations, apparentement entre individus), amélioration des plantes (SG, SP) ;
- Analyse d'images, analyses statistiques, génomique structurale (génotypage haute densité, cartographie génétique), génomique comparative (synténie entre génomes des Brassicacées), bioanalyse (séquençage et analyse de séquences), environnement R ;
- Autonomie scientifique : questionnement, bibliographie, communication (écrite et orale), rédaction scientifique, anglais scientifique, travail en équipe.

Par ailleurs, la thèse s'inscrit dans le projet Promosol NAVIG qui offrira au doctorant-e une opportunité de partenariat public-privé. Le consortium du projet SUCSEED (PPR-CPA 2021-2026) permettra d'inscrire la thèse dans un large réseau de partenaires académiques (14) sur la qualité physiologique et sanitaire de la graine. Des collaborations scientifiques seront établies avec l'UMR GQE du Moulon (GWAS, SG/SP) et Terres Inovia (analyse d'images). Au niveau international, GEVICO bénéficiera de fortes collaborations avec des équipes en Allemagne (R.J. Snowdon, Univ. Giessen) et en Australie (M.N. Nelson, CSIRO Perth).

### Compétences scientifiques et techniques requises pour le candidat

Le/la candidat(e) sera titulaire d'un diplôme de Master 2 (ou équivalent) en Sciences du Végétal. Il/elle devra disposer de solides connaissances en génétique quantitative (analyses d'association) et génétique des populations (structuration de populations, apparentement entre individus) ainsi qu'en amélioration des plantes. Il/elle devra montrer un intérêt marqué pour la biologie végétale de façon générale. Le/la candidat(e) devra être moteur/motrice pour la mise en place et le suivi d'expérimentations de grande envergure (phénotypage de plantes en tunnel). La maîtrise d'outils de traitements statistiques appliqués à la biologie sera un réel atout pour le/la candidat(e). Une bonne compréhension de l'anglais sera appréciée pour la communication scientifique et l'écriture. Des capacités à travailler à la fois en équipe et en autonomie seront également précieuses.

## ENCADREMENT DE LA THÈSE<sup>1</sup>

|   |   |
|---|---|
| <b>Nom de l'unité d'accueil :</b><br>IGEPP  | <b>Nom de l'équipe d'accueil :</b><br>RCA (Rendement sous contraintes abiotiques)                                     |
| <b>Nom du directeur de l'unité :</b><br>Maria MANZANARES-DAULEUX  | <b>Nom du responsable de l'équipe :</b><br>Nathalie NESI  |
| <b>Coordonnées du directeur de l'unité :</b><br><a href="mailto:maria.manzanares-dauleux@inrae.fr">maria.manzanares-dauleux@inrae.fr</a>  | <b>Coordonnées du responsable de l'équipe :</b><br><a href="mailto:nathalie.nesi@inrae.fr">nathalie.nesi@inrae.fr</a> |
| <b>Directeur de thèse</b><br>Nom, prénom : NESI, Nathalie<br>Fonction : Directrice de Recherche INRAE<br>Date d'obtention de l'HDR : 12/11/2015<br>Employeur : INRAE<br>Taux d'encadrement doctoral dans le présent sujet : 50% |   |

<sup>1</sup> Dans l'ED EGAAL, si 1 scientifique dans la direction de la thèse = 100% d'encadrement doctoral ; si 2 personnes impliquées dans la direction de la thèse = entre 50% et 70% d'encadrement doctoral pour l'HDR directeur ; si 3 personnes impliquées dans l'encadrement de la thèse : répartition :40% - 30% - 30% de l'encadrement doctoral.

Taux d'encadrement doctoral en cours (directions et co-directions) (%) : 70%

Nombre de directions/co-directions de thèse en cours : 1

**Co-directrice de thèse (le cas échéant)**

Nom, prénom : LAPERCHE, Anne

Fonction : Enseignant-Chercheur

Titulaire de l'HDR :  oui  non Si oui, date d'obtention de l'HDR : 11/03/2021

Employeur : Institut Agro, Agrocampus Ouest

École doctorale de rattachement : EGAAL

Taux d'encadrement doctoral dans le présent projet : 50%

Taux d'encadrement doctoral en cours (directions/co-directions/co-encadrements) (%) : 0

Nombre de directions/co-directions/co-encadrements de thèse en cours : 0

**Devenir des anciens doctorants du directeur et co-directeur(s)/co-encadrant(s) de thèse (depuis 5 ans)**

*Compléter les informations suivantes pour chaque ancien doctorant*

**Nom, prénom : BOUCHET, Anne-Sophie**

Date de début et de fin de thèse : Octobre 2012 – Novembre 2015

Direction de thèse : RENARD Michel, NESI Nathalie, LAPERCHE Anne

Emploi actuel, lieu : Molecular Biology Project Manager - Vilmorin-Mikado, La Ménitrie (49)

Contrat (post-doc, CDD, CDI) : CDI

Liste des publications issues de ce travail de thèse :

- Corlouer et al. Agronomy, 2019; 9, 798. <https://doi.org/10.3390/agronomy9120798>
- Delourme et al. In S. Liu, R. Snowdon, & B. Chalhouh (Eds.), 2018; The Brassica napus Genome (pp. 41-85). Cham: Springer International Publishing.
- Bouchet et al. BMC Genet. 2016; 17(1):131. doi: 10.1186/s12863-016-0432-z
- Bouchet et al. Agron. Sustain. Dev. 2016; 36(2): 1-20. doi: 10.1007/s13593-016-0371-0
- Bouchet et al. Euphytica. 2014; 199:183-205. doi:10.1007/s10681-014-1130-4

**Nom, prénom : CORLOUER, Erwan**

Date de début et de fin de thèse : Novembre 2018 – Novembre 2020

Direction de thèse : NESI Nathalie, LAPERCHE Anne

Emploi actuel, lieu : Ingénieur, INRAE, Le Rheu (35)

Contrat (post-doc, CDD, CDI) : CDD

Liste des publications issues de ce travail de thèse :

- Corlouer et al. Agronomy, 2019; 9, 798. <https://doi.org/10.3390/agronomy9120798>

**Nom, prénom : BIANCHETTI, Grégoire**

Date de début et de fin de thèse : Novembre 2017 – Juin 2021



Direction de thèse : NESI Nathalie, BUITINK Julia

Emploi actuel, lieu : thèse non soutenue à ce jour

Contrat (post-doc, CDD, CDI) :

Liste des publications issues de ce travail de thèse :

- Boter et al. *Front. Plant Sci.*, 2019; 10, 1342. <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.01342>

**Nom, prénom : Vazquez-Carrasquer, Victor (ED ABIES)**

Date de début et de fin de thèse : Novembre 2016 – 26 janvier 2021

Direction de thèse : CHELLE Michael, RICHARD-MOLARD Céline, LAPERCHE Anne

Emploi actuel, lieu : Ingénieur, Factor Energia, Barcelone, Espagne

Contrat (post-doc, CDD, CDI) : CDI

Liste des publications issues de ce travail de thèse :

- Vazquez-Carrasquer et al. *Frontiers in Plant Science* (ms en révision).

### Publications majeures des 5 dernières années du directeur de thèse et co-directeur(s)/co-encadrant(s) sur le sujet de thèse :

Corlouer E., Gauffreteau A., Bouchet A. S., Bissuel-Belaygue C., **Nesi N.** & **Laperche A.** (2019). Envirotyping highlights temperature and radiation stresses as the main abiotic constraints affecting seed yield in winter rapeseed and allows tackling the G×E interaction. *Agronomy*, 9, 798. <https://doi.org/10.3390/agronomy9120798>

Boter M., Calleja-Cabrera J., Carrera-Castaño G., Wagner G., Hatzig S. V., Snowdon R. J., Legoahec L., Bianchetti G., Bouchereau A., **Nesi N.**, Pernas M. & Oñate-Sánchez L. (2019). An integrative approach to analyze seed germination in *Brassica napus*. *Frontiers in Plant Science*, 10, 1342. <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.01342>

Durr C., Constantin J., Wagner M. H., Navier H., Demilly D., Goertz S. & **Nesi N.** (2016). Virtual modeling based on deep phenotyping provides complementary data to field experiments to predict plant emergence in oilseed rape genotypes. *European Journal of Agronomy*, 79, 90-99. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2016.06.001>

Bouchet A. S., **Laperche A.**, Bissuel-Belaygue C., Baron C., Morice J., Rousseau-Gueutin M., Dheu J. E., George P., Pinochet X., Foubert T., Maes O., Dugué D., Guinot F. & **Nesi N.** (2016). Genetic basis of nitrogen use efficiency and yield stability across environments in winter rapeseed. *BMC Genetics*, 17(1), 1-21. <https://doi.org/10.1186/s12863-016-0432-z>

Hatzig S. V., Frisch M., Breuer F., **Nesi N.**, Ducournau S., Wagner M. H., Leckband G., Abbadi A. & Snowdon R. J. (2015). Genome-wide association mapping unravels the genetic control of seed germination and vigour in *Brassica napus*. *Frontiers in Plant Science*, 6. <https://doi.org/10.3389/fpls.2015.00221>

## FINANCEMENT DE LA THÈSE

**Origine(s) du financement de la thèse : 50% Promosol et 50% INRAE**

**Salaire brut mensuel : 1874,41 €**

**État du financement de la thèse : Acquis**

**Date du début/durée du financement de la thèse : Septembre 2021 – 3 ans**

**Date : 23 mars 2021**

Nom, signature du directeur d'unité : IGEPP

Maria MANZANARES-DAULEUX

Régine DELOURME  
Directrice Adjointe UMR IGEPP

Noms, signatures des directrices de thèse :

Nathalie NESI ; responsable de l'équipe d'accueil



Anne Laperche

