



HAL
open science

LBS - Laboratoire biologie des semences

Rapport Hcéres

► **To cite this version:**

Rapport d'évaluation d'une entité de recherche. LBS - Laboratoire biologie des semences. 2009, AgroParisTech - Institut des sciences et industries du vivant et de l'environnement, Institut national de la recherche agronomique - INRA. hceres-02032257

HAL Id: hceres-02032257

<https://hal-hceres.archives-ouvertes.fr/hceres-02032257v1>

Submitted on 20 Feb 2019

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



agence d'évaluation de la recherche
et de l'enseignement supérieur

Section des Unités de recherche

Rapport d'évaluation

Unité de recherche : Biologie des semences
d'AgroParisTech



mars 2009



agence d'évaluation de la recherche
et de l'enseignement supérieur

Section des Unités de recherche

Rapport d'évaluation

Unité de recherche : Biologie des semences
d'AgroParisTech

Le Président
de l'AERES

Jean-François Dhainaut

Section des unités
de recherche

Le Directeur

Pierre Glorieux

mars 2009



Rapport d'évaluation



L'Unité de recherche :

Nom de l'unité: Biologie des semences (UMR_A 204)

Label demandé: Intégration dans la TGU Institut Jean Pierre BOURGIN (UMR)

N° si renouvellement:

Nom du directeur : Annie MARION-POLL

Université ou école principale :

AgroParisTech

Autres établissements et organismes de rattachement :

INRA

Date(s) de la visite :

9-10 Février 2009



Membres du comité d'évaluation

Président:

M. Michel DELSENY, CNRS, Perpignan

Experts:

Mme Chiara TONELLI, Université de Milan, Italie

M. Henk HILHORST, Université de Wageningen, Pays-Bas

M. Richard THOMPSON, INRA, Dijon

M. David MACHEREL, Université d'Angers

M. Alain VAVASSEUR, CEA, Cadarache

Expert(s) représentant des comités d'évaluation des personnels (CNU, CoNRS, CSS INSERM, représentant INRA, INRIA, IRD.....):

Mme Françoise MONEGER, CSS INRA

Mme Claire NEEMA, CNECA

Observateurs

Délégué scientifique de l'AERES :

M. Alain PUGIN

Représentant de l'université ou école, établissement principal :

Mme Marianne LEFORT, Directrice scientifique d'AgroParisTech

Représentant(s) des organismes tutelles de l'unité :

M. Frédéric GAYMARD, Chef de département adjoint BV

M. Bernard TEYSSENDIER DE LA SERVE, Chef de département adjoint BV



Rapport d'évaluation

1 • Présentation succincte de l'unité

Le laboratoire de Biologie des Semences est, depuis 2001, une UMR INRA-AgroParisTech (UMR 204) localisée pour sa majeure partie sur le campus INRA de Versailles et pour l'une de ses équipes sur le site d'AgroParisTech. L'unité est l'une des composantes de l'Institut Jean Pierre Bourgin (IJPB).

Elle est structurée en quatre équipes focalisées chacune sur des aspects spécifiques de la biologie des semences:

- Une équipe « Développement de la graine et métabolisme »
- Une équipe « Flavonoïdes et qualité de la graine »
- Une équipe « Dormance et longévité des graines »
- Une équipe « Acide abscissique dans la physiologie de la graine »

Au total l'unité comprend actuellement 35 personnes, qui se répartissent comme suit: 10 chercheurs, 3 enseignants-chercheurs permanents, 19 personnels techniques ou administratifs et 3 étudiants en thèse. Au niveau des chercheurs et enseignants-chercheurs les effectifs se répartissent de la façon suivante: 3 DR INRA, 1 professeur émérite AgroParisTech, 2 MC AgroParisTech, 5 CR INRA et 2 CR CNRS. Six d'entre eux sont titulaires d'une HDR. Un seul enseignant-chercheur bénéficie d'une PEDR. La répartition du personnel technique entre les équipes est relativement bien équilibrée, mais tous les enseignants-chercheurs sont regroupés dans l'équipe « Dormance et longévité des graines » qui ne comprend aucun chercheur. Plusieurs des membres de l'équipe ont d'importantes responsabilités en dehors de l'unité: les enseignants-chercheurs sont très investis dans la formation des étudiants d'AgroParisTech et ont la responsabilité d'un master, un membre de l'unité passe beaucoup de temps à l'URGV, dans des tâches de réflexion et de prospective pour l'INRA ou d'évaluation pour l'ERC, un autre a la responsabilité de chef du département de Biologie végétale. L'unité a aussi la responsabilité d'un programme Marie Curie de formation de thésards (5 répartis sur Versailles et Evry) et participe à la formation des étudiants en thèse de deux écoles doctorales (ABIES et Science du Végétal). Au cours des quatre dernières années 6 thèses ont été soutenues et 3 sont en cours. Tous les doctorants ont été financés (INRA/Région, INRA/CETIOM, France Algérie, CONACYT (2), Marie Curie EU, MRT (3)). Quatre des 6 docteurs sont actuellement en post-doct (2 en France, 2 à l'étranger) et 2 sont sans emploi. Il est à noter qu'aucun nouveau thésard n'a été recruté depuis 2 ans, ce qui constitue un sujet d'inquiétude.

Les interactions entre les membres des 4 équipes sont nombreuses et évidentes, même s'il pourrait y en avoir encore davantage. Elles sont également nombreuses avec les autres équipes de l'IJPB.

La totalité des enseignants-chercheurs et chercheurs sont publiants et publient activement et généralement dans de très bonnes revues, ce qui mérite d'être souligné. La production globale est de 52 articles pour les 4 années écoulées dans des revues à comité de lecture (facteur d'impact moyen de l'ordre de 6, ce qui est nettement au dessus de la moyenne). Ces articles se distribuent entre les revues suivantes: Plant J 13, The Plant Cell 6, Plant Physiol 4, Plant Cell Physiol 3, CR Acad Sci Biol 3, Ann Rev Plant Biol 2, Proc Nat Acad Sci USA 2, Planta 2, Trends in Plant Sci 2, PLoS One, Current Biol, FEBS J, FEBS Lett, Plant Physiol Biochem, J Plant Physiol, J Exp Bot, New Phytol, Plant Sci, Plant Cell Environ, J Agr Food Chem, Food Chem Toxicol, Mol Plant, et Biochimie, un chacun. Près de la moitié d'entre eux sont le résultat de collaborations avec des équipes étrangères, d'autres équipes françaises ou du campus de Versailles, attestant ainsi du rayonnement national et international de cette unité. On note également 8 articles de revues et 11 chapitres d'ouvrage, 4 brevets et 26 conférences invitées, le plus souvent à l'étranger. Cette production scientifique est donc tout à fait satisfaisante.



La participation de l'unité à l'IJPB lui ouvre l'accès à un ensemble de plateformes technologiques, dont certaines sont sous la responsabilité directe de certains de ses membres et constitue un atout pour sa vie scientifique, avec un nombre important de séminaires de haut niveau donnés par les nombreux visiteurs de l'IJPB. Cette intégration au sein d'un ensemble plus grand, une TGU (Très Grande Unité), va encore se développer avec le prochain plan quadriennal, puisque la reconduction de l'unité n'est pas demandée en tant que telle, mais comme partie de la TGU.

2 • Déroulement de l'évaluation

La visite s'est étalée sur deux jours, les 9 et 10 février 2009. Les membres du comité se sont retrouvés la veille au soir pour discuter avec le Délégué Scientifique AERES du déroulement de la visite.

Les membres du comité avaient reçu un peu plus d'un mois à l'avance, un document rassemblant le rapport d'activité, le projet et les fiches administratives et techniques. Ce document était clair et bien présenté, pour l'essentiel rédigé en anglais, ce qui est indispensable pour permettre l'évaluation par des collègues non francophones.

La visite s'est déroulée selon le programme prévu :

Présentation du Comité, Présentation de l'AERES et de la procédure d'évaluation (15 min)

Présentation globale de l'unité par la directrice (55 min)

Pause café et discussions informelles

Présentation de chacune des équipes (40 min de présentation + 20 min de questions). Les trois premières équipes ont été auditionnées avant le repas, pris en commun avec la direction du laboratoire et les tutelles. La dernière équipe a été auditionnée après déjeuner.

L'ensemble de ces présentations s'est réalisée en présence des membres du laboratoire et de quelques autres collègues de l'IJPB. Elles ont été excellentes, bien focalisées et ont respecté les temps de parole alloués. Les discussions entre le comité et les intervenants ou les membres du laboratoire présents dans la salle ont été très ouvertes et sans tabou. Elles ont porté sur des demandes de précisions scientifiques, des questions de stratégie scientifique, de compétition avec les équipes concurrentes, des questions de gouvernance de l'unité ou de la future TGU, de politique pour renforcer les liens avec les universités ou les Ecoles de façon à attirer les étudiants... De façon générale, il a fallu interrompre ces discussions pour respecter le programme. Nous aurions sans doute apprécié de pouvoir disposer d'un peu plus de temps pour la discussion et à l'avenir une répartition 30 min de présentation + 30 min de discussion serait peut être plus judicieuse.

La fin de la première journée a été consacrée à une rencontre avec les tutelles, puis à une séance de travail du comité en vue d'élaborer son rapport et ses conclusions.

La seconde journée a été occupée par une entrevue avec les étudiants et post-docts (30 min), avec le staff technique et administratif (45 min), avec les chercheurs et enseignants-chercheurs (1 h) et enfin avec la directrice du laboratoire.

Le déjeuner a été pris avec les collègues du laboratoire à la cantine du Centre et le comité a consacré les 3 premières heures de l'après midi à discuter de ses conclusions et des notes à attribuer aux différents critères de la grille d'évaluation. Il s'est réparti le travail pour la réalisation du rapport final.

Globalement, cette évaluation s'est réalisée de façon tout à fait satisfaisante. Elle a été enrichissante pour les membres du comité qui ont tous beaucoup appris au plan scientifique. L'accueil du laboratoire a été parfait sur le plan de l'organisation matérielle et a été unanimement apprécié par le comité.



3 • Analyse globale de l'unité, de son évolution et de son positionnement local, régional et européen

Cette unité est l'une des quelques unités françaises travaillant dans le domaine de la biologie des semences, domaine d'importance fondamentale pour la compréhension de l'ensemble des processus qui affectent la qualité d'une graine, son aptitude à la conservation et à la germination ou encore son aptitude à la consommation tant par les animaux que par l'homme. C'est en grande partie des recherches réalisées dans ce domaine que dépendent la compétitivité et l'avenir de notre industrie semencière, et au-delà, de notre agriculture. La vocation de cette équipe est essentiellement de faire de la recherche fondamentale, même si elle a le souci de transférer ses découvertes vers les acteurs socio-économiques. Elle remplit très bien cette mission au travers de contrats de recherche en partenariat avec des entreprises (programmes Génoplante), des dépôts de brevets (4 sur la période écoulée) et sa participation à des activités de vulgarisation.

Au niveau local et régional, l'équipe est insérée dans l'IJPB sur le campus de Versailles et fait partie des équipes de la région reconnue pour son activité en biologie des plantes. Elle participe à deux écoles doctorales (l'une dépendant d'AgroParisTech, l'autre de l'Université de Paris 11).

La reconnaissance nationale et internationale est attestée par le nombre et la qualité des publications dans des revues internationales, les collaborations formelles ou informelles avec nombre de collègues français et étrangers, les invitations de plusieurs de ses membres à écrire des articles de revues et sa participation à plusieurs programmes français (Contrats ANR, CETIOM, FNAMS Arvalis), ou européens (le plus souvent comme coordinateur): Réseau Marie Curie de formation, projet FLAVO, projet ArabidoSeeds, GABIGENO-FLAVO, STREG.

4 • Analyse équipe par équipe et par projet

1- Equipe « Développement de la graine et métabolisme »

Cette équipe est constituée de 1 DR INRA qui se partage avec l'équipe Flavonoïdes, 2 CR INRA et 2 CR CNRS, 3 Techniciens, 1 Assistant ingénieur et un thésard. L'équipe a été très productive au cours du dernier quadriennal, avec 16 articles de très bon niveau (dont 5 Plant Journal, 1 Plant Cell, 1 PNAS), ainsi que quelques articles de synthèse. Le rayonnement de ces activités a été également assuré par la participation à des congrès internationaux et la coordination d'un projet GABI-Génoplante.

L'objectif de l'équipe est de fournir des outils pour l'amélioration de la qualité des graines. Pour y parvenir, les réseaux de régulation de la maturation de la graine sont étudiés avec en particulier deux aspects : (i) le contrôle du métabolisme du carbone avec un accent sur l'accumulation des lipides, et (ii) l'élucidation des réseaux de régulation transcriptionnelle.

(i) le contrôle du métabolisme du carbone

Ce programme de recherche est poursuivi depuis plusieurs années, d'abord sur le pois et plus récemment sur Arabidopsis avec l'implication récente d'un CR nouvellement recruté. L'approche choisie consiste à disséquer la fonction des enzymes-clés par génétique inverse avec un suivi de l'activité enzymatique et une localisation cellulaire. Cette approche est particulièrement minutieuse et complète, et très bien valorisée en termes de publications. Les activités de l'équipe ont évolué considérablement pendant le dernier quadriennal avec le démarrage d'un volet de caractérisation moléculaire des corps lipidiques (oil-bodies) et de leur biogénèse. Cette thématique répond à une demande socio-économique d'optimisation des ressources végétales renouvelables, dont l'huile de colza, Arabidopsis étant un bon modèle pour cette espèce. La fonction des protéines associées aux « oil-bodies » est analysée à l'aide de mutants.

(ii) l'élucidation des réseaux de régulation transcriptionnelle.

La régulation transcriptionnelle de la maturation de la graine est un champ de recherche très concurrentiel. Dans ce cadre, l'équipe a choisi de focaliser ses recherches sur le rôle d'un gène, Lec2. Ce travail est réalisé en collaboration avec plusieurs équipes, notamment dans le cadre d'un projet Européen. Utilisant une approche originale, plusieurs gènes-cibles de Lec2 ont été identifiés, en particulier Wri1, un régulateur de l'accumulation



des lipides. Sagement, la décision a été prise de concentrer les recherches sur le rôle de Wri1, en utilisant les mêmes technologies développées sur Lec2.

En plus de la génétique reverse, dans les deux volets poursuivis par l'équipe, la variation naturelle chez *Arabidopsis* est également exploitée avec une démarche de cartographie de QTLs pour des caractères d'intérêt au travers des ressources génétiques et des populations de RILs disponibles. Cette approche est prometteuse et a déjà produit des résultats intéressants et innovants. L'étude de la variabilité naturelle est un bon complément aux analyses de gènes-candidats car sans à priori en terme de mécanisme.

Les projets de cette équipe sont dans la continuité du travail en cours. La question fondamentale que cherche à résoudre cette équipe est de comprendre comment se fait la distribution du carbone assimilé entre les différents types de réserve. Elle s'y emploie en utilisant différentes approches complémentaires.

Le partenariat socio-économique est au rendez-vous dans le cadre de trois programmes « Génoplante » ; dont un orienté vers l'application (Genobodies). Plus généralement, le choix des thématiques reflète l'intérêt industriel pour exploiter l'huile de Colza à des fins de chimie verte. Le transfert des résultats obtenus sur *Arabidopsis* vers le Colza se fait au travers d'une collaboration avec une équipe du DGAP à Rennes, dans le cadre du projet INRA-Prévalorisation « Arcopress ». La volonté de rendre les résultats exploitables a été démontrée avec l'obtention d'un brevet.

La qualité et la solidité de l'équipe sont des acquis. L'équipe a des objectifs bien focalisés et propose, pour le prochain quadriennal, un projet innovant, tant en terme de sujets (Brachypodium), de concepts (la graine virtuelle) que de techniques. Les chercheurs doivent être félicités pour leur vision à long terme, leur recherche de l'application et leur volonté d'évoluer. S'il y avait une critique à formuler, cela serait par rapport à l'adéquation des moyens, humains en particulier, avec la dimension du projet proposé, qui englobe biologie cellulaire et moléculaire. Ce projet est donc envisagé dans le cadre de nombreuses collaborations, de préférence avec des laboratoires expérimentés (ex. dans la biogénèse des corps protéiques, pour la modélisation), et en partie au sein d'un projet transversal « Archive, amélioration du remplissage de la graine pour la chimie verte », qui regroupe 4 laboratoires du centre INRA de Versailles.

| Note de l'équipe | Qualité scientifique et production | Rayonnement et attractivité, intégration dans l'environnement | Stratégie, gouvernance et vie du laboratoire | Appréciation du projet |
|------------------|------------------------------------|---|--|------------------------|
| A | A | A | NN | A |

2- Equipe « Flavonoïdes et qualité de la graine »

Cette équipe comprend actuellement 1 DR, 2 CR, 1 IR, 1 T, tous INRA, et un thésard. Son bilan et sa notoriété internationale sont remarquables avec 17 articles d'excellent niveau et plusieurs articles de revues invités (dont 2 Plant Cell, 1 Plant J, 1 Planta, 1 Ann Rev Plant Biol, 1 Trends in Plant Sci). Le niveau d'activité scientifique de l'équipe est excellent.

L'analyse des mécanismes contrôlant le métabolisme des flavonoïdes et la formation des téguments de la graine constitue un projet de recherche fondamentale avec de nombreuses applications potentielles. Les objectifs scientifiques sont clairement définis et les approches expérimentales variées (biochimiques, moléculaires et génétiques) ce qui constitue un point fort de l'équipe. Cette dernière a largement contribué ces dernières années à l'identification des enzymes impliquées dans les différentes voies de biosynthèse des flavonoïdes ainsi qu'à la compréhension des mécanismes génétiques et moléculaires qui contrôlent la biosynthèse, le transport et le stockage des flavonoïdes. Après avoir identifié plusieurs gènes correspondant aux mutants transparent testa et avoir montré qu'il s'agissait de facteurs de transcription, l'équipe a analysé leurs interactions et mis en évidence la formation d'un complexe ternaire sur le promoteur du gène BAN. Elle a proposé un modèle de régulation de la biosynthèse des flavonoïdes. Par rapport aux autres équipes dans le monde travaillant sur le métabolisme des flavonoïdes, cette équipe a su trouver sa spécificité en se focalisant sur la graine. Dans ce domaine, elle est clairement l'un des leaders mondiaux. Ces travaux ont participé à son rayonnement national et international. L'organisation de l'équipe avec pour chaque sous-thématique un chercheur (CR ou DR) et des étudiants ou des techniciens fonctionne efficacement à en juger par la production scientifique.



Le projet scientifique de l'équipe est ambitieux et pertinent, mais pour le mener à bien, il serait souhaitable que l'équipe attire plus d'étudiants. Il est dans la continuité des travaux déjà effectués et vise à analyser la régulation transcriptionnelle et post-transcriptionnelle des différents régulateurs, à caractériser des protéines (gènes) impliquées dans le métabolisme et le transport et à valider et compléter les modèles existants. Plus généralement, la question posée est celle du rôle fonctionnel des flavonoïdes. Au delà, et si des moyens humains nouveaux peuvent être mobilisés, l'équipe aimerait développer un ambitieux projet sur la variabilité génétique des métabolites secondaires de la graine, tant chez *Arabidopsis* que chez d'autres espèces et développer une analyse Evo-Devo de la production de flavonoïdes dans les graines.

On note une excellente intégration dans les réseaux scientifiques, notamment au niveau européen, ainsi que des collaborations pertinentes. Il est à souligner que le chef d'équipe a été coordinateur du projet européen « FLAVO » qui impliquait 17 équipes provenant de 8 pays différents. L'équipe bénéficie d'une très bonne notoriété nationale et internationale, attestée par le nombre de conférences auxquelles elle a été invitée. Le comité encourage les jeunes chercheurs de cette équipe très dynamique, à soutenir leur HDR dès que ce sera possible. L'équipe tire pleinement partie de son environnement scientifique comme le montrent ses collaborations avec l'URGV d'Evry ainsi qu'avec d'autres équipes du site de l'INRA de Versailles. Enfin, l'équipe pourrait probablement attirer davantage d'étudiants en participant plus activement aux enseignements. Ce dernier point est d'autant plus important que, comme il a été mentionné lors des entretiens avec le personnel, le site étant géographiquement isolé des universités, l'impact sur les laboratoires de la pénurie générale d'étudiants dans le domaine végétal est accentué. Ceci est d'autant plus regrettable que les étudiants semblent pleinement satisfaits de leur encadrement et reconnaissent bénéficier d'excellentes conditions de travail.

| Note de l'équipe | Qualité scientifique et production | Rayonnement et attractivité, intégration dans l'environnement | Stratégie, gouvernance et vie du laboratoire | Appréciation du projet |
|------------------|------------------------------------|---|--|------------------------|
| A+ | A+ | A+ | NN | A+ |

3- Equipe « dormance, longévité et vigueur des semences »

Cette équipe, localisée à AgroParisTech, comporte 3 enseignants-chercheurs (1 Pr, 2 MC), 1 IE, 1 TR et 1 AJT, et a accueilli deux doctorants et plusieurs étudiants. Tous les membres de cette équipe ont publié dans des bonnes revues : 9 articles de très bon niveau (dont 1 *Plant Cell*, 2 *Plant Physiol*, 1 *Plant Mol Biol*, 1 *J Plant Physiol*, 1 *Trends Plant Sci*) et plusieurs articles et revues dans des ouvrages. Elle a également à son actif un brevet international et un autre est en cours d'évaluation.

L'objectif est d'élucider les mécanismes moléculaires impliqués dans le contrôle de dormance, de la longévité et de la vigueur des semences. Historiquement, l'équipe bénéficie d'une forte expertise dans la physiologie de la dormance et de la germination, reconnue internationalement, qui lui permet d'aborder les aspects moléculaires sur une base très solide de physiologie. Au cours de ces dernières années, elle a fait la preuve de sa capacité à développer des approches de type "Omic", et a acquis une renommée internationale en matière d'analyse protéomique des graines. Une analyse de cDNA-AFLP chez *Nicotiana glauca* a permis d'identifier plus de 400 transcrits différemment exprimés en fonction de l'état de dormance. Cette étude a permis d'illustrer la prépondérance des mécanismes de protection et de la biosynthèse des protéines en relation avec la levée de dormance. L'équipe a progressivement transposé ses travaux sur *Arabidopsis*, modèle privilégié de l'Unité. Les travaux sur *Nicotiana* ayant mis en évidence une enzyme (la Protein L-Isoaspartyl methyltransferase, PIMT) pouvant être impliquée dans la réparation des protéines. L'équipe a engagé une étude de génomique fonctionnelle de cette enzyme chez *Arabidopsis* qu'elle vient de concrétiser par un article à *Plant Cell*. En combinant des approches de génétique, de biochimie et de physiologie des graines, un lien entre la longévité des graines, l'expression de PIMT et une réduction de la teneur en résidus iso-aspartate qui altèrent la structure des protéines a pu être démontré. Par ailleurs, l'équipe s'est engagée dans une caractérisation exhaustive de la dynamique du protéome des graines en relation avec la dormance et le vieillissement naturel ou artificiel des graines. En résumé, l'équipe a réalisé un excellent travail, qui se traduit par une production scientifique conséquente et de qualité. L'ensemble est particulièrement remarquable si l'on considère l'implication majeure de cette équipe dans l'enseignement.



Les projets sont logiquement orientés vers l'étude des liens entre la dynamique du protéome (métabolisme et réparation des protéines) et des paramètres essentiels pour la qualité physiologique des semences que sont la dormance et la longévité. La poursuite de l'étude des PIMT devrait permettre d'élucider les fonctions de ces enzymes ubiquistes, à qui l'on prête un rôle général et hypothétique dans les mécanismes de réparation. L'identification des substrats pourrait faire émerger des fonctions plus précises, et peut-être cruciales en matière de physiologie des graines. L'équipe est clairement à la pointe sur ce sujet original et important, et bénéficie d'un excellent environnement pour engendrer d'autres avancées. Un projet émergent concerne l'impact que pourrait avoir la nitrosylation des protéines sur le contrôle de la dormance. L'idée résulte du fait que divers composés azotés étant connus pour lever la dormance, l'oxyde nitrique (NO) pourrait être un effecteur majeur, en particulier via la nitrosylation de résidus cystéines, à présent considérée comme un mécanisme de régulation post-traductionnel. Il s'agit d'un domaine de recherche encore peu exploré chez les plantes, mais qui suscite beaucoup d'intérêt. Si l'expertise de l'équipe en protéomique est un atout certain pour la caractérisation du nitroso-protéome des graines, le comité souhaite attirer l'attention sur les difficultés techniques et conceptuelles en ce qui concerne le métabolisme et les nombreux effets du NO chez les plantes. Cette analyse doit s'élargir au delà de la seule protéomique et faire également appel aux mutants de dormance actuellement en cours de caractérisation.

Il est évident qu'en dépit des liens ouverts et très forts avec le reste de l'unité, l'équipe est pénalisée par son isolement relatif sur le campus AgroParisTech. La perspective de rejoindre le site de Versailles en 2010 apparaît très prometteuse. Le comité souhaite que tout soit mis en œuvre pour faciliter cette opération dans des délais aussi courts que possible. Le potentiel humain de l'équipe, qui ne compte pas de chercheur à plein temps, est limitant, et devrait être renforcé à l'avenir. A la suite du départ en retraite récent du Professeur, il apparaît souhaitable que ce déficit puisse être comblé par un recrutement au sein de cette équipe. Nous encourageons l'équipe à encore plus s'impliquer dans des programmes ANR et EU, ce qui renforcera la visibilité et pourra conduire à l'accueil de post-doctorants qui viennent renforcer les projets en cours. Plusieurs thèmes d'intérêt mutuel pourraient avoir un effet synergique avec les autres membres de l'unité. Par exemple, la dormance et la longévité dépendent du développement et de la maturation des graines, tandis que l'ABA joue un rôle majeur dans le contrôle de la dormance. Il serait donc souhaitable de développer les interactions avec les équipes concernées, notamment au niveau de la physiologie des graines, qui peut s'avérer décisive pour le phénotypage de mutants et des collections de lignées dans des projets de génétique.

| Note de l'équipe | Qualité scientifique et production | Rayonnement et attractivité, intégration dans l'environnement | Stratégie, gouvernance et vie du laboratoire | Appréciation du projet |
|------------------|------------------------------------|---|--|------------------------|
| A | A | A+ | NN | A |

4- Equipe « Biosynthèse de l'acide abscissique et physiologie de la graine »

L'équipe est composée d'1 DR, 1 CR, 1 IR, 2 techniciens et 1 thésard. Elle est de petite taille mais produit régulièrement au meilleur niveau avec, à son actif, 13 articles d'excellent niveau dont 1 Ann Rev Plant Biol, 1 PNAS, 2 Plant Cell, 3 Plant J, 1 Plant Cell Physiol, 1 Planta, 2 chapitres d'ouvrage, et un brevet européen. Il s'agit d'une excellente équipe ayant une très solide expérience et une forte reconnaissance internationale dans l'identification des étapes de biosynthèse de l'acide abscissique et de son implication dans la dormance de la graine. Cette thématique s'intègre parfaitement dans le cadre des recherches du laboratoire de Biologie des Semences. Parmi les faits marquants pendant la période considérée on remarque l'identification par clonage positionnel du gène ABA4, participant à la synthèse de la néoxanthine, la mise en place d'un crible basé sur l'utilisation de la thermographie infrarouge qui a permis d'identifier de nouveaux mutants, has (hot ABA deficiency suppressor), affectés dans des gènes potentiellement impliqués dans la voie de synthèse ou de signalisation de l'ABA et qui devraient mener à court terme à l'identification des loci concernés. L'équipe a également démontré que c'est l'ABA produit dans l'albumen qui régule la dormance. La recherche de QTL contrôlant la réponse au froid et à la lumière au moment de la germination a conduit à caractériser un mutant affecté dans la production de mucilage et le gène correspondant.

Le projet de recherche se situe logiquement d'une part dans la continuité de l'étude de la biosynthèse de l'ABA, domaine où l'équipe se situe en leader mondial, et d'autre part dans le développement du projet émergent concernant le mucilage. Concernant l'ABA, il s'agira de cloner et caractériser fonctionnellement les



gènes HAS, d'identifier les partenaires de ABA4, d'identifier les gènes régulés de façon différentielle selon la provenance de l'ABA et de chercher, à l'aide de cribles génétiques les gènes régulateurs des gènes NCED dont l'équipe a en partie élucidé les rôles spécifiques à chacun. Les études en cours sur le rôle du mucilage dans la réponse au stress abiotique devraient permettre de comprendre les fonctions du mucilage et leur régulation par l'ABA. Le comité considère ce projet équilibré et prometteur. Il est important que l'équipe dispose des moyens humains lui permettant d'exploiter et valoriser au mieux ses découvertes.

L'équipe a accueilli un flux important d'étudiants ce qui montre son attractivité. Il sera important de maintenir ce flux étant donné la petite taille de l'équipe et le développement d'un sujet émergent très prometteur sur le rôle du mucilage de la graine dont la fonction est mal connue. Dans l'ensemble, l'équipe a su très efficacement soutenir son activité grâce à l'obtention de contrats Génoplante, puis ANR-Génoplante et ANR-blanc.

| Note de l'équipe | Qualité scientifique et production | Rayonnement et attractivité, intégration dans l'environnement | Stratégie, gouvernance et vie du laboratoire | Appréciation du projet |
|------------------|------------------------------------|---|--|------------------------|
| A+ | A+ | A+ | NN | A+ |

5 • Analyse de la vie de l'unité

Les discussions avec les différentes composantes de l'Unité ont fait apparaître une situation relativement satisfaisante sur le plan du management tant des crédits que du personnel technique. Le fonctionnement des 4 équipes est largement mutualisé en matière de crédits de fonctionnement ou d'équipement, ce qui permet des économies et donne la possibilité à chaque équipe de développer ses recherches, même si elle n'a pas obtenu de contrat. Une réunion de l'ensemble de l'équipe permet chaque semaine de faire le point des questions de logistique et des progrès scientifiques et une discussion du partage des crédits a lieu tous les 3 mois. Le comité a perçu une ambiance conviviale au sein de l'unité, sans tension apparente, et une excellente appropriation des projets de l'unité par tout son personnel.

Les tutelles sont apparemment satisfaites du fonctionnement et de la qualité de cette unité. La qualité scientifique de l'unité est très positivement appréciée et c'est ce qui a justifié les soutiens accordés. Le département a une préoccupation de transfert des travaux sur les espèces modèles vers les espèces cultivées et souhaite accentuer ce transfert au travers d'une collaboration accrue avec d'autres unités. Les tutelles nous ont présenté une mise en perspective du projet de TGU, du Campus Saclay et de la politique scientifique d'AgroParisTech et de l'INRA. Le comité s'est étonné que les Unités de Gif, Evry et d'Orsay travaillant dans le même domaine ne soient pas parties prenantes d'un tel projet et considère l'échéance de 2015 pour sa réalisation comme peu réaliste. La création d'une TGU regroupant l'ensemble des forces du campus de Versailles dans le domaine de la biologie végétale est perçue favorablement par le Comité, surtout si elle permet de mieux attirer des étudiants, d'y mettre en place des masters I et II et de la promouvoir comme centre de formation européen dans la perspective d'un programme Erasmus-Mundus et d'un partenariat avec l'Université agronomique de Wageningen.

Le personnel technique partage ses tâches entre des activités d'intérêt commun, au service de l'unité, ou parfois de façon plus large, au sein de l'IJPB, lorsqu'il s'agit d'animer une plateforme technique, et une activité plus personnelle, intégrée à un projet de recherche. Dans l'ensemble, le personnel technique est satisfait et apprécie de travailler dans un laboratoire dynamique et correctement financé, avec de bonnes conditions de travail (bureautique et plateformes techniques de haut niveau). Les différents personnels semblent avoir une bonne complémentarité entre eux. Ils apprécient également la bonne communication avec les chercheurs. Quelques problèmes ont été soulevés : 1) le flux de personnel : dans un contexte où les promotions en interne sont extrêmement difficiles voire impossibles, la seule solution pour un personnel qui souhaite avoir une promotion est de candidater sur des concours externes et de quitter l'unité, ce qui la fragilise. Dans le même temps, l'absence de perspectives sur place risque de démotiver et d'affaiblir l'investissement personnel dans les projets. Si ces dangers sont bien réels, il semble qu'ils aient été circonscrits



par le renouvellement d'un certain nombre de postes, ce qui permet de maintenir dans cette unité un équilibre à peu près satisfaisant si on la compare à d'autres unités. 2) la localisation de l'unité sur 2 sites est une difficulté réelle pour le personnel technique dépendant d'AgroParisTech, avec des problèmes d'isolement, de discrimination sur les accès à la formation permanente, à la bibliographie qui ne devraient pas exister au sein d'une UMR. Le Comité insiste pour que ces problèmes soient résolus au plus vite et trouvent une solution définitive avec le déménagement sur le campus de Versailles et l'intégration dans la TGU. De façon générale, le personnel est impliqué dans la mise en place de la TGU. Il y voit des avantages avec la mise en place d'un magasin central qui lui simplifiera la vie, avec la possibilité de renouveler les responsabilités et d'accéder à du matériel encore plus performant.

De la même façon, l'entretien avec les étudiants (thésards et masters) a fait ressortir la satisfaction de travailler dans cette unité. Tous considèrent l'environnement scientifique excellent. L'accès à la documentation et aux outils de travail est excellent et chaque thésard dispose d'un ordinateur portable. Les difficultés évoquées concernent l'accessibilité au site, excentré par rapport à Paris et dans une zone où le logement est cher. Plusieurs thésards étrangers ont fait état de leur difficulté à pleinement partager les discussions du fait de problèmes linguistiques, l'essentiel de la communication se faisant en français. Ce problème mérite d'être amélioré car l'unité est responsable d'un programme de 5 Ph D Marie Curie sur Versailles/ Evry. Les étudiants souhaiteraient également une participation plus active aux Ecoles Doctorales qui ont peu d'activité sur place et demandent pourquoi il n'y a pas une ED sur le centre de Versailles. Le faible nombre d'étudiants en thèse par rapport au potentiel de formation offert par cette unité est un sujet de préoccupation largement partagé par le comité d'évaluation. Un fléchage d'allocations pourrait remédier à cette situation qui fragilise l'avenir de ce secteur de recherche.

La discussion avec les enseignants-chercheurs et chercheurs a fait ressortir le problème majeur de l'accueil des étudiants, déjà évoqué, et encore aggravé par la nécessité de rémunérer les étudiants en master I ou II pour un coût de 900 €/mois et par étudiant (charges incluses) sans que des crédits spécifiques aient été prévus à cette fin par les tutelles (Ministère de l'Education et INRA). Cette règle introduit une disparité avec les Universités ou d'autres organismes de recherche qui considèrent qu'ils n'ont pas à rémunérer un étudiant dès lors que le stage fait partie du cursus de formation. Des possibilités d'enseignement sur place ainsi que la levée des verrous purement administratifs qui freinent leur développement sont souhaitées. Nos collègues déplorent le manque de possibilité de promotion sur place d'au moins une partie du personnel technique. Ils déplorent aussi le fait que les contrats de CDD ANR pour les post-docs soient de fait réduits à deux ans, voire moins lorsqu'il faut partager: c'est néfaste à l'avancée des projets qui requiert un investissement à plus long terme et pour les post-docs eux-mêmes qui ne peuvent valoriser leur travail sur des délais aussi courts. Les enseignants-chercheurs d'AgroParisTech ont exprimé leurs inquiétudes sur leur intégration dans la TGU qui ne paraît pas encore définitivement acquise et leur crainte d'être marginalisés. Ils ont insisté sur le fait que la nouvelle TGU devrait avoir un statut d'UMR, sinon elle risque d'être encore plus pénalisée dans ses interactions avec les étudiants. La TGU soulève aussi des inquiétudes sur le plan de la gouvernance et certains chercheurs ont du mal à imaginer que l'on va pouvoir remplacer les 4 directeurs actuels par un seul sans avoir à développer une infrastructure administrative pour le soutenir. Ils souhaiteraient être davantage informés de la réorganisation thématique et scientifique de la nouvelle unité. Une préoccupation importante est de pouvoir faire émerger de nouveaux projets dans l'unité. Le comité a ainsi pu discuter de l'intérêt de lancer un nouveau projet sur la biodiversité métabolique des graines : le principal facteur limitant est d'affecter à ce projet une masse critique humaine suffisante pour en assurer le démarrage et la crédibilité. Les obstacles à la compétitivité de l'unité et plus largement de la discipline ont été évoqués. Deux sont clairement identifiés : la situation catastrophique faite aux plantes transgéniques et la difficulté à trouver des moyens pour recruter des thésards et des post-docs, même si l'INRA fait un petit effort dans ce domaine. La politique de contrat a été évoquée : en fait la seule politique est d'en obtenir le plus possible, ce qui conduit à passer un temps considérable à rédiger des projets. A l'occasion les chercheurs ont soulevé la question de savoir où passait l'argent du préciput sur les contrats ANR, reversé à la Direction de l'INRA et dont ils ne voient pas le retour.

Une discussion avec la Directrice de l'unité, son adjointe, et le futur directeur de la TGU, a complété la visite. Cette discussion a permis de préciser un certain nombre de points, notamment sur la TGU. Il y aura bien des réallocations de moyens, mais elles seront limitées et concertées, la volonté étant d'optimiser ce qui existe déjà et ce qui marche. Au plan scientifique, le comité a évoqué la question de la bioinformatique, qui avec l'arrivée de nouvelles données de séquençage de génomes de plantes cultivées, va devenir un outil encore plus indispensable qu'auparavant. Le comité s'est étonné que l'URGI, qui vient d'être rapatriée d'Evry sur Versailles, n'ait pas été intégrée à la TGU. La raison semble en être que l'URGI a des missions de service spécifiques pour l'ensemble de l'INRA, dépassant le périmètre de la TGU. Cependant, la TGU va permettre une



meilleure distribution des tâches entre activité de maintenance, bioanalyse, et data-mining entre les quelques 10-12 personnes concernées et qui travaillaient relativement indépendamment au sein de chaque unité. Cette concertation a déjà commencé et devrait permettre l'élaboration d'un projet. Il est aussi apparu qu'il n'y avait pas de grand projet de génomique au sein de la TGU, mais plutôt des questions de data-mining, de modélisation (modèle de graine virtuelle) et de gestion de collections de mutants et de ressources génétiques. De façon générale, la proximité de l'URGI est perçue comme un atout et une source de collaborations futures. Le comité a également évoqué la question de la participation du laboratoire de Biologie des Semences à des projets portant sur *Brachypodium* que la TGU voudrait mettre en place. Le comité s'est interrogé sur l'opportunité de développer ce modèle alors que d'autres ressources sont déjà disponibles ou vont l'être incessamment (riz, maïs, sorgho, blé). Sur la graine et la semence, il s'est en particulier demandé ce qu'il sera possible d'apprendre de vraiment nouveau et d'utile par rapport à ce que l'on sait déjà. La crainte du comité est que l'on dilue les efforts pour un bénéfice limité. Le comité a reçu un certain nombre d'informations sur l'installation dans un nouveau bâtiment et déploré qu'il ait fallu 10 ans pour qu'une solution soit trouvée à un problème criant.

6 • Conclusions

Cette visite a permis d'avoir une vision très positive de cette unité et de son environnement.

— Points forts :

Ses points forts sont l'excellente qualité scientifique et technique de ses personnels, leur motivation intacte malgré les difficultés, l'environnement technique et intellectuel du Centre de Versailles, son excellente notoriété internationale et son insertion dans le tissu scientifique national et international. La production scientifique est de grande qualité et chaque personnel enseignant chercheur ou chercheur est publiant.

— Points à améliorer :

Le comité considère que le niveau de publication, déjà très bon, peut encore être amélioré: il ne faut pas que les chercheurs hésitent à soumettre aux meilleures revues généralistes (*Cell*, *Nature*, *Science*, *Genes and Dev*, *EMBO J*).

Il n'y a pas, à proprement parler, de points faibles, mais des points de fragilité, qu'il convient de consolider par tous les moyens :

- Le premier est le faible nombre d'étudiants en thèse et de post-doct: aucune thèse n'a débuté depuis 2 ans. Une telle unité mériterait de voir une allocation fléchée chaque année sur l'unité, ce qui lui permettrait d'avoir une politique plus agressive de développement de ses projets. Une façon d'améliorer les choses est d'avoir des enseignements sur place associés à la TGU, et de les rendre attractifs pour les étudiants.

- Une autre fragilité est la dépendance vis-à-vis des contrats extérieurs. Jusqu'à présent l'unité s'en est bien sortie, au prix d'une course aux contrats qui occupe une partie de son temps. Il n'est pas normal que chaque équipe doive chaque année présenter de nouveaux projets pour pouvoir fonctionner. Cela crée un risque de dispersion et de développement de sujets opportunistes qui diluent l'effort et surtout une perte de temps. Cette dépendance vis-à-vis des contrats est d'autant plus fragilisante que la conjoncture française et européenne, avec le rejet des OGM et la PAC, n'est pas favorable à la recherche agronomique et rend l'obtention de contrats de recherche sur la thématique biologie des semences toujours plus difficile. Cette situation reflète une vision politique à très court terme, particulièrement affligeante car on ne résoudra pas les problèmes liés à l'environnement et au rôle de l'agriculture dans l'économie et l'indépendance nationale ou européenne sans un investissement sérieux dans la recherche en biologie et biotechnologie végétales.

- Un troisième point de fragilité est lié à l'imagination et à la créativité des chercheurs, qui ne sont jamais à court d'idées et souhaitent les développer : cela crée un foisonnement de projets parmi lesquels il faut établir des priorités en cohérence avec la stratégie scientifique de l'unité et leur affecter les moyens humains adéquats. Du fait de la petite taille de l'unité, cela peut être perçu comme un frein au développement de projets vraiment innovants et au transfert des résultats vers les espèces cultivées. Cela n'a pas créé de réelles difficultés jusqu'à présent, mais il importe de rester vigilant et de concentrer les efforts et d'organiser les synergies en faisant pleinement confiance à une unité qui a fait ses preuves.



— Recommandations :

Le comité recommande aux tutelles de continuer à fortement soutenir cette unité, notamment en lui affectant les moyens humains indispensables au développement de ses priorités stratégiques et en favorisant son intégration au sein d'une TGU dans des bâtiments enfin rénovés.

| Note de l'unité | Qualité scientifique et production | Rayonnement et attractivité, intégration dans l'environnement | Stratégie, gouvernance et vie du laboratoire | Appréciation du projet |
|-----------------|------------------------------------|---|--|------------------------|
| A+ | A+ | A+ | A | A |

Observations sur le rapport d'évaluation de l'AERES :

Nous remercions les membres du comité d'évaluation pour leur analyse détaillée et pertinente. Dans cette réponse, nous aborderons d'abord les remarques générales concernant l'ensemble de l'unité, puis les réponses spécifiques de chaque équipe. Nous avons apprécié les commentaires largement positifs concernant les activités et projets de l'unité, mais comme le signale le comité, nous sommes conscients qu'il existe quelques points à surveiller ou consolider. Toutefois certains d'entre eux, comme la dépendance vis-à-vis des contrats ou la réduction du flux d'étudiants, ne sont que marginalement maîtrisables au niveau de l'unité. Pour prévenir le risque de foisonnement de projets, nous allons rester vigilants et continuer à maintenir une forte cohérence thématique, néanmoins la nécessité de financements externes constitue un facteur incitatif de dispersion.

Nous souhaitons également apporter quelques compléments d'information.

- La relocalisation à moyen terme de toutes équipes sur le même site devrait répondre à un certain nombre des préoccupations émises par le comité. Notamment il signale qu'il existe de nombreuses interactions entre équipes, mais suggère qu'il pourrait y en avoir encore davantage. Cette situation s'améliorera grâce au rapprochement géographique dans des locaux appropriés des équipes versaillaises et l'équipe parisienne d'enseignants-chercheurs d'AgroParisTech. De plus il sera alors envisageable de modifier le périmètre des équipes, donc de porter remède aux problèmes liés à l'existence d'une équipe uniquement composée d'enseignants-chercheurs.
- Comme le comité, nous souhaiterions que nos tutelles portent remède à la discrimination des personnels dans une UMR. En effet, les personnels AgroParisTech et CNRS ne sont malheureusement pas considérés comme les personnels INRA pour l'accès au centre et au restaurant (problème de validité des badges), à la formation permanente (coût plus élevé pour l'unité), à la bibliographie... sans parler de la disparité du soutien de base pour la recherche.
- Le nombre d'étudiants en thèse devrait augmenter avec l'UMRisation de la TGU et la présence accrue d'enseignants-chercheurs sur le site, notamment grâce au prochain déménagement à Versailles de l'UMR Chimie Biologique. De plus la rénovation de locaux pour la TGU a pris en compte notre souci d'accroître le flux d'étudiants sur le site (salles de cours et TP livrées en 2009).

Équipe 'Développement de la graine et métabolisme'

Nous remercions le comité pour son analyse de notre équipe et ses encouragements à poursuivre notre travail. Nous sommes conscients que le potentiel humain de l'équipe peut apparaître limité face aux projets menés. Nous développons donc des collaborations dans les domaines qui nous sont moins familiers en particulier, comme le note le comité d'évaluation, avec une équipe (P. Guerche) de la station de génétique et avec une équipe (T. Chardot) du laboratoire de Chimie Biologique (qui va finalement rejoindre la TGU dans les prochains mois)

Équipe 'Flavonoïdes et qualité de la graine'

Nous remercions le comité AERES pour son analyse très positive de notre équipe et de ses résultats. Nous sommes conscients de l'intérêt de former plus d'étudiants, et notamment de thésards, dans l'avenir, mais il nous semble qu'il était difficile de faire raisonnablement plus durant les dernières années, vu la structure de l'équipe (i.e. 1 seul HDR/DR, chef de département depuis 2006). En effet, durant cette période, le CR1 a co-encadré un thésard (avec le DR), encadre maintenant un second

thésard et va passer l'HDR dans le courant de l'année. Un sujet de thèse vient d'être soumis par le CR2 récemment recruté (en 2007). Enfin, concernant le projet, il se situe effectivement "dans la continuité des travaux déjà effectués et vise à analyser la régulation en particulier transcriptionnelle de la voie, mais également à caractériser des fonctions (protéines/gènes) impliquées dans le métabolisme et le transport.

Équipe 'Dormance, longévité et vigueur des semences'

Nous avons apprécié les remarques constructives du comité AERES qui a évalué notre unité. En particulier, nous sommes très sensibles au soutien de l'AERES à la constitution d'une nouvelle UMR entre l'INRA et AgroParisTech dans le cadre de la TGU IJPB. C'est pour les enseignants un élément de lisibilité indispensable qui matérialisera la collaboration étroite entre nos institutions, et qui permettra de drainer plus facilement les élèves ingénieurs d'AgroParisTech vers les laboratoires de l'INRA de Versailles.

Nous agréons les remarques sur le manque de mixité enseignants/chercheurs de notre équipe. La correction de ce défaut, largement inhérent à la création même de l'UMR Biologie des semences, sera facilitée par le transfert de notre équipe à Versailles qui est en cours dans le cadre de la nouvelle UMR. Ainsi notre activité de protéomique sera opérationnelle sur le campus de Versailles dès septembre 2009 et l'équipe s'installera complètement à l'IJPB courant 2010.

Concernant la recherche de ressources, il est important de noter qu'en 2009 notre équipe est impliquée dans 3 appels à projets ANR (2) et FUI (1), et dans 3 appels à projets européens (KBBE 2009). Nous allons renforcer notre activité de développement biotechnologique avec des partenaires du secteur privé en termes de recherche comme d'enseignement. Pour ce dernier point, nous préparons pour 2010 une formation de 3^e cycle AgroParisTech sur l'exploration et la valorisation des ressources végétales avec une partie importante de l'enseignement prévue dans les infrastructures de l'IJPB.

Nous apprécions enfin le soutien de l'AERES vis-à-vis de notre démarche scientifique sur l'étude des modifications de protéines (réparation par la *L-isoaspartyl méthyltransférase*, nitrosylation) et de leurs implications dans le contrôle de la qualité germinative. Nous sommes sensibles à la suggestion du comité d'associer des outils de génétique moléculaire à l'approche protéomique. Ces compétences existent déjà dans notre groupe et dans le cadre de la nouvelle UMR nous bénéficierons de collaborations renforcées avec les équipes de la TGU IJPB .

Équipe 'Biosynthèse de l'acide abscissique et physiologie de la graine'

Nous remercions le comité pour son avis très positif sur les travaux de notre équipe dans le domaine de la biosynthèse et la signalisation de l'acide abscissique et concernant l'émergence d'un nouveau sujet prometteur d'étude du mucilage de la graine. Comme le souligne le comité, nous sommes conscients que la petite taille de l'équipe est notre principale limitation, et qu'il serait souhaitable d'en augmenter les moyens humains.

Annie Marion-Poll

Directrice du Laboratoire de Biologie des Semences

INRA, F78026 Versailles Cedex - AgroParisTech, 16 rue Claude Bernard, 75231 Paris cedex 05

Tel : 33 1 30 83 30 68 - Fax : 33 1 30 83 31 11 - Email : Annie.Marion-Poll@versailles.inra.fr