

CONCLUSION

En conséquence, le jury décerne à l'unanimité et sans aucune réserve à M. Jean Marie Paillat le diplôme d'habilitation à diriger des recherches de l'Université de La Réunion -



RAPPORT DE SOUTENANCE EN VUE DE L'OBTENTION D'UNE HABILITATION A DIRIGER DES RECHERCHES

(Arrêté du 23 novembre 1988 modifié par l'arrêté du 13 février 1992)

SIGNATURES DES MEMBRES DU JURY		
Membres du Jury	Noms - Prénoms	Signatures
Le Président du jury	COURDIER René	
Membre - Rapporteur extérieur à l'établissement	STEYER Jean-Philippe	
Membre - Rapporteur extérieur à l'établissement	BOUFFIN Jean	
Membre	GUERRIN François	
Membre	LETERME Philippe	
Membre		

Communiqué au candidat le :

N° SECTION du CNU - DISCIPLINE SPECIALITE 68

NOM PATRONYMIQUE PAILLAT

NOM MARITAL /

PRENOMS Jean-Marie

TYPE DE DOCTORAT - DISCIPLINE (ou diplôme de niveau équivalent) Professeur Agrégé section C.N.U. 68.

GRADE - PROFESSION Ingénieur de Recherches

LIEU D'EXERCICE CIRAD

NOM DU DIRECTEUR DE RECHERCHES ET ETABLISSEMENT D'EXERCICE (éventuellement) François GUERRIN. Ingénieur de Recherches INRA, INRA

DATE

15 mars 2011

HEURES de 9h30 à 14h30

LIEU DE SOUTENANCE Salle de Réunion du laboratoire d'Informatique et de Robotiques EA 2525 - Université de la Réunion - site de ST Denis

RAPPORT

MEMBRES DU JURY

MEMBRE DU JURY (désigné en qualité de Président) Remy COURDIER

Titre, grade (obligatoire) : Professeur des Universités

Etablissement d'exercice (obligatoire) : Université de la Réunion

MEMBRE DU JURY (désigné en qualité de Rapporteur) Bernard FAYE
(Extérieur à l'établissement)

Titre, grade (obligatoire) : Directeur de Recherches, HDR

Etablissement d'exercice (obligatoire) : INRA-CIRAD

MEMBRE DU JURY : (désigné en qualité de Rapporteur) Jean BOIFFIN
(Extérieur à l'établissement)

Titre, grade (obligatoire) : Directeur de Recherches, HDR

Etablissement d'exercice (obligatoire) : INRA

MEMBRE DU JURY : (désigné en qualité de Rapporteur) Jean Philippe STEYER

Titre, grade (obligatoire) : Directeur de Recherches, HDR

Etablissement d'exercice (obligatoire) : INRA

MEMBRE DU JURY : Philippe LETERME

Titre, grade (obligatoire) : Professeur des Universités

Etablissement d'exercice (obligatoire) : Agrocampus Ouest (Rennes)

MEMBRE DU JURY : François GUERRIN

Titre, grade (obligatoire) : Ingénieur de Recherches, HDR

Etablissement d'exercice (obligatoire) : INRA

Arrêté du 23 novembre 1988

Art.1 - L'Habilitation à Diriger des Recherches sanctionne la reconnaissance du haut niveau scientifique du candidat, du caractère original de sa démarche dans un domaine de la science, de son aptitude à maîtriser une stratégie de recherches dans un domaine scientifique ou technologique suffisamment large et de la capacité à encadrer de jeunes chercheurs.

Art.7 (alinéas 2 et 3) - Le candidat fait, devant le jury, un exposé sur l'ensemble de ses travaux et, éventuellement, pour une partie d'entre eux, une démonstration. Cet exposé donne lieu à une discussion avec le jury. Le jury procède à un examen de la valeur du candidat, évalue sa capacité à concevoir, diriger, animer et coordonner des activités de recherche et de valorisation et statue sur la délivrance de l'habilitation.

Le jury a apprécié l'excellent exposé de M. Jean Marie Paillat, très pédagogique, avec des choix judicieux de présentation focalisés sur les points essentiels de son travail de recherche.

Il a parfaitement tenu compte des remarques des rapporteurs et a apporté des réponses pertinentes à leurs interrogations avec beaucoup de recul et une grande maturité.

En faisant la synthèse des connaissances acquises en matière de modélisation, il a pu montrer la cohérence de sa démarche scientifique et la maîtrise d'un large spectre de connaissances allant du biophysique à la gestion opérationnelle des flux participant aux systèmes de production agricole à différentes échelles.

M. Paillat possède les atouts pour aujourd'hui participer activement au développement des connaissances et l'animation scientifique dans le domaine agri-environnemental. Le travail qu'il a mené ouvre de nombreuses perspectives pour la communauté scientifique.

RAPPORT sur le mémoire HDR de J.M. Paillat

RELATION AGRICULTURE-ELEVAGE Combinaison d'approches analytiques et systémiques

Le mémoire de J.M. Paillat se présente sous la forme d'un document dense, argumenté, en apparence complet sur les principaux résultats acquis au cours de la carrière scientifique du candidat. Il comprend 3 parties permettant la (i) présentation du candidat, (ii) de ses travaux de recherche et (iii) des perspectives de recherche. Cependant, la seconde partie représente la majeure partie du document (près de 50%). Avec un titre comme « relation agriculture élevage/combinaison d'approches analytiques et systémiques », on pouvait s'attendre à une présentation centrée sur la complémentarité élevage/agriculture d'une manière générale. Dans les faits, les thèmes centraux de recherche relèvent plutôt des interactions élevage/environnement où la gestion des effluents d'élevage à différentes échelles est au cœur des préoccupations du candidat. De ce fait, on peut se poser en premier lieu la question de la pertinence du titre de ce mémoire.

Une carrière partagée entre DOM-TOM et Bretagne

Sur le plan géographique et institutionnel, J.M. Paillat s'est partagé entre le CIRAD et l'INRA, entre les DOM-TOM (essentiellement Réunion) et la Bretagne. Si, au titre des relations institutionnelles, il a parfaitement réussi à construire les ponts que le CIRAD et l'INRA tentent d'approfondir et d'afficher fortement dans leur stratégie, en revanche, du point de vue du CIRAD, l'expérience tropicale hors DOM-TOM s'avère finalement relativement modeste et se limite à quelques expertises (Sénégal, Vietnam) récentes et très limitées dans le temps. Compte-tenu de sa problématique de recherche, on ne se formalisera pas de cette faible implication dans les pays du Sud. On serait tenté d'affirmer que l'axe géographique sur lequel ce parcours professionnel s'inscrit est essentiellement inscrit dans la problématique des externalités des systèmes d'élevage intensif. Il est notable en particulier que les terrains hors DOM-TOM (Vietnam, dans une moindre mesure Sénégal) soient aussi caractérisés par l'emprise croissante du problème des effluents d'élevage. Toutefois, étant donnés les enjeux des recherches sur ce qui est considéré comme un « point-chaud » des relations élevage/environnement, il pourrait être utile d'investir plus profondément d'autres terrains du Sud, afin notamment de valider des modèles limités à des terrains très spécifiques (Bretagne, Réunion). La discussion sur les perspectives de recherche ouvre de ce point de vue quelques pistes intéressantes.

Une production scientifique abondante mais inégale

Au cours de sa carrière, J.M. Paillat a publié un nombre respectable d'articles et on peut considérer sa « production scientifique globale » comme très honorable eu égard à sa thématique de recherche éminemment liée à de la recherche-action souvent plus difficilement valorisable sur le plan académique. Deux remarques cependant sur cette production, sans rentrer dans des discussions stériles sur les facteurs d'impact dont on sait la limite : (i) La valorisation par des articles de périodiques s'avère tardive (la

première publication dans une revue internationale date de 2001, soit à 41 ans), (ii) la plupart des publications sont faites en tant que co-auteur. Bien que ce dernier point témoigne (et j'y reviendrai) de la capacité de J.M. Paillat à s'investir dans une recherche collective, il en demeure pas moins que globalement, la valorisation académique des travaux de recherche soit n'apparaît pas comme ayant été une priorité, notamment en début de carrière, soit ait été tardivement possible. Cela dit, du point de vue quantitatif, la production de documents de transferts s'avère importante et aurait sans doute méritée d'être mieux mise en valeur. En particulier, il est fait mention à de nombreuses reprises de « modèles » auxquels le candidat a contribué. Or si ces modèles sont largement décrits dans la partie deux du document, une liste exhaustive établie dans la partie « production scientifique » aurait été un argument d'importance pour présenter le volume de l'activité scientifique menée par le candidat.

Encadrement, co-encadrement, contribution, participation

Un mémoire de HDR doit faire valoir la capacité du candidat à diriger des recherches et donc à encadrer des travaux de recherches en particulier dans le cadre de master et surtout de thèses. De ce point de vue, le nombre d'étudiants ayant passé entre les mains de J.M. Paillat est tout à fait notable (22 masters de niveau 2 et 5 masters de niveau 1, 5 thèses co-encadrées + 1 thèse en cours). Ce nombre éloquent de mémoires encadrés témoigne de la bonne capacité du candidat à superviser des activités de recherche, bien qu'il soit difficile d'évaluer la part personnelle dans ce co-encadrement. Cette engagement dans l'encadrement d'étudiants explique en grande partie sans doute, la place de J.M. Paillat dans la plupart des publications, notamment ceux dans les revues périodiques de rang A (5 des publications dans des périodiques à facteur d'impact sont issus de travaux de thèse et signés en premier auteur par les thésards co-encadrés). Du reste, il y a deux mots qui reviennent très souvent dans le texte du mémoire et qui soulignent amplement le positionnement du candidat : contribution et participation. J.M. Paillat travaille dans des collectifs de chercheurs et ses approches s'appuient clairement sur un partage d'expériences¹, une mise en perspective des résultats de recherche dans des travaux de modélisation (cf. plus loin). Cela révèle aussi son engagement dans des travaux multidisciplinaires (attestés par le titre de son mémoire soulignant la complémentarité des approches, analytique et systémique) et même interdisciplinaires rendus indispensables dans la perspective de modélisation des phénomènes sur lesquels il œuvre.

Un bilan scientifique très honorable

Synthétisés autour de 3 objectifs de recherche (Evaluation environnementale des systèmes d'élevage, modélisation des flux de biomasse, bilan environnemental du procédé de compostage), les résultats de ces travaux, amplement présentés, soulignent parfois de façon très répétitifs, la nécessité de mobiliser un grand nombre de paramètres, de combiner des approches analytiques parfois très fines par exemple dans les recherches sur l'enrubannage de l'ensilage d'herbe (j'ai eu l'occasion d'en juger lors de son séjour réunionnais en tant que membre du Comité Scientifique du pôle élevage à la Réunion) et des approches systémiques (par exemple dans les typologies fonctionnelles des systèmes fourragers), même si parfois, la mise en œuvre de certaines

¹ Du reste, il est notable que dans son mémoire de HDR, J.M. Paillat utilise largement le « nous » pour évoquer son travail de recherche.

études de typologie manque de prise en compte de la dynamique temporelle des systèmes (comme cela est d'ailleurs souligné implicitement par l'auteur lui-même en page 48). Ces deux approches ont permis au cours de la carrière du candidat, d'accumuler un grand nombre de données, propres à alimenter les modèles mathématiques ou informatiques mis en œuvre ultérieurement et donc à nourrir l'interdisciplinarité déjà évoquée.

Un élément intéressant et original du mémoire est la partie « regard critique » de chacun des résultats acquis, soulignant à la fois l'honnêteté intellectuelle du candidat et son souci de prendre une certaine hauteur de vue sur ces propres travaux, contribuant ainsi à en asseoir les limites, mais aussi à en ouvrir les perspectives.

Travaux académiques ou recherche-action ?

Loin des débats oiseux sur recherche fondamentale ou appliquée, recherche de pointe ou intégrative, le travail de J. M. Paillat se nourrit de toutes ces approches, ce qui n'est probablement pas toujours aisé. En tout état de cause, quel que soit la démarche entreprise pour telle ou telle activité de recherche, ses prérogatives ne sont jamais loin du « terrain », de la demande sociale (producteurs, organisation de producteurs, décideurs), et même des exigences sociétales (consommateurs et usagers). Il s'agit là, d'acteurs souvent exigeants qui rappellent à la Science le rôle qu'on veut lui faire jouer dans la société. De ce point de vue, J.M. Paillat est au cœur du questionnement sur l'interaction élevage/environnement et tente à sa manière d'y répondre. Toutefois, il arrive que cette posture relève plus du principe que de la réalité : par exemple p.53 concernant « l'outil de classification des exploitations en regard du risque de pollution des eaux généré par les effluents d'élevage », il est rajouté « des solutions adaptées à chaque type d'exploitation peuvent ainsi être proposées ». On a envie de dire « lesquels ? ». Autrement dit, le problème est parfois moins celui de la précision des calculs (comme cela est souligné dans la partie « regard critique » de la page 54), que celui de l'usage « sociétal » de ces typologies : quelle est en effet la solution adaptée que l'on peut préconiser. Pourtant ce questionnement est implicite tout au long du document et J.M. Paillat tente d'y répondre au travers de ce qu'il appelle « des modèles d'action ».

Modélisateur ou utilisateur de modèles ?

Que ce soit pour la gestion des matières organiques au sein d'une exploitation donnée ou pour les flux de matières entre exploitation et territoire, le candidat a contribué/participé à de nombreux modèles mis au point dans des contextes institutionnels et scientifiques très variés. On ne peut qu'apprécier la richesse de ce travail dans son ensemble et le nombre de « modèles » dans lesquels le candidat semble impliqué est proprement impressionnant. Cependant, le rôle de J. M. Paillat dans les travaux de modélisation n'est pas toujours explicite : concepteur, fabricant, nourrisseur, validateur, ou simple utilisateur ? Il est répété à plusieurs reprises le rôle d'interface avec des informaticiens ou des mathématiciens en fonction du type de modèle, le rôle aussi des projets fédérateurs permettant la mise en commun de compétences, mais on a l'impression que le rôle du candidat en l'occurrence relève plus du « nourrisseur » (il apporte les éléments, calcule les paramètres ou les indicateurs, détermine les entrées ou définit les sorties du modèle) ou de l'utilisateur (utilisation du modèle comme outil de dialogue ou pour la validation) que du modélisateur lui-même,

travail dévolu aux informaticiens et mathématiciens. En soi, cela n'est nullement un jugement de valeur, mais le rôle explicite du candidat (hormis sa « contribution ») n'apparaît pas toujours clairement. Il est intéressant par exemple de noter pages 67 et 68, le grand nombre de modèles (MAGMA, BIOMAS, MENS, APPROZUT, ECHOS, COMET) auquel il est fait référence sans que l'on saisisse très bien, le rôle précis qu'y a joué le candidat. L'ambiguïté demeure tout au long du document : page 79, on parle notamment « d'interaction permanente entre le modélisateur et l'agronome » et plus loin il est écrit « les modèles de simulation (...) au développement desquels j'ai participé ». J.M. Paillat est-il un « agronome modélisateur » ou un « agronome utilisateur de modèles (nombreux !!) » ou les deux à la fois ??

De l'exploitation au territoire

Le changement d'échelle est une problématique centrale dans l'étude des interactions élevage/environnement et il est normalement légitime que cela apparaisse comme un enjeu important de recherche. Tout le monde s'accorde pour dire que « le tout est plus que l'ensemble des parties qui le compose », mais le passage d'un niveau (exploitation) à un autre (territoire) sur le plan de la formalisation relève d'une complexité qui n'a pas échappé au candidat. Cette discussion méthodologique (comment extrapoler à partir d'un ensemble d'exploitations, quels types de données mobiliser sur la représentativité spatiale des informations à une échelle donnée, quels sont les indicateurs pertinents pour exprimer le lien entre les niveaux d'organisation entre exploitation et territoire, etc... ?) est exprimée clairement dans le dernier paragraphe de la partie II et ouvre bien des perspectives de recherche. Du reste, on retrouve un tel questionnement à une plus grande échelle encore dans la partie « perspectives de recherche », puisqu'il s'agit de travailler sur le lien entre production d'éléments à des échelles d'organisation de taille humaine et pertes dans l'atmosphère.

Retour sur une île

Ces perspectives clairement décrites se présentent sous forme de projets ambitieux. Ambitieux par la complexité des mécanismes pris en compte et la multiplicité des indicateurs nécessaires à la compréhension des phénomènes. La complexification des modèles envisagés se dessine par la volonté de coupler les modèles biophysiques sur lesquels J.M. Paillat a mis l'accent jusqu'à présent à des règles de gestion. Il s'agit de remettre l'homme dans le(s) modèle(s). Mais la complexification apparaît aussi dans la prise en compte de l'ensemble des sources d'émissions (en intégrant notamment les produits résiduels organiques). Il est utile de constater que ces perspectives de recherche sur la complexité s'associent à un retour à l'insularité, l'île de la Réunion représentant le « laboratoire » de ces études. Complexité/insularité est ainsi le couple choisi pour mettre en œuvre ce programme de recherche. La situation géographique des travaux de recherches futurs n'est pas en soi un problème, loin s'en faut compte-tenu de la complexité écologique de l'île, mais il convient que J. M. Paillat s'interroge sur la généralité de ses futurs résultats (d'autant que la problématique tropicale est amplement soulignée dans le document) et qu'il donne une place *ad-hoc* au transfert dans d'autres conditions d'études. Mais en cela, la capacité du candidat à travailler en partenariat n'est plus à démontrer et on peut lui faire confiance pour s'acquitter de cette tâche.

Pour conclure

A la première lecture du document, j'ai été impressionné par l'ampleur et la richesse des résultats obtenus et je me demandais bien ce que je pouvais proposer comme « regard critique » à mon tour sur la carrière scientifique de J.M. Paillat qui me paraissait assez linéaire, rigoureuse et claire. Finalement, je m'aperçois que ce mémoire soulève beaucoup de questionnement justement par sa richesse. On devine, sans la connaître plus que cela, derrière les propos de ce mémoire de HDR, une personnalité marquée par le sens du collectif et du partenariat, une certaine rigueur dans l'analyse et une grande application, un goût évident pour l'interdisciplinarité et le souci de transférer aux plus jeunes. Son habilité à diriger des recherches ne fait aucun doute. Je souscris donc en toute sincérité à ce qu'il soutienne son mémoire de HDR, ce qu'il fera, je n'en doute pas, brillamment.

Al-Jouf (Arabie Saoudite)

Le 21/01/11

Dr Bernard Faye

CIRAD-ES

A handwritten signature in black ink, consisting of several overlapping loops and a long horizontal stroke extending to the right.

Rapport sur le mémoire de Jean-Marie PAILLAT, soumis en vue de l'habilitation à Diriger des Recherches

1. Caractéristiques générales du mémoire et parcours du candidat

Intitulé « *Relation Agriculture - Elevage. Combinaison d'approches analytiques et systémiques* », le mémoire présenté par J. M. PAILLAT comporte 109 pages et est divisé en trois parties : présentation du candidat, travaux, perspectives. Neuf publications y sont annexées, leurs dates de parution s'échelonnant de 2001 à 2011.

Initialement recruté au CEEMAT, l'un des instituts fédérés depuis au sein du CIRAD, J.M. PAILLAT est tout d'abord vu confier des missions d'expérimentation et recherche appliquée sur la mécanisation des exploitations agricoles de la Réunion. La valorisation de cet ensemble de travaux par une thèse soutenue en 1999 est déjà un signe remarquable d'ambition intellectuelle. Mais J.M. PAILLAT prend en 2000 un tournant encore plus radical vers la recherche en opérant une mobilité par détachement au sein de l'UMR INRA-Agrocampus Ouest *Sol, Agronomie, Spatialisation* de Rennes, où il entame une deuxième carrière qui élargit considérablement son spectre de thèmes et de compétences.

Trois rencontres génératrices de relations de travail durables et fructueuses, ont jalonné le parcours de J.M. PAILLAT : celle de François GUERRIN, chercheur en informatique, qui va lui permettre d'insérer ses travaux dans un cadre de modélisation particulièrement adapté à la représentation des articulations entre processus décisionnels et processus biophysiques ; celle de Christine AUBRY (chercheuse du Département SAD de l'INRA), qui lui permet de s'ouvrir aux concepts et méthodes des sciences de gestion appliquées à l'exploitation agricole ; enfin celle de Philippe LETERME et plus globalement des chercheurs de l'UMR SAS, qui va lui permettre d'aborder de façon plus approfondie les transferts et transformations biogéochimiques liés à la gestion des effluents d'élevages, ainsi que l'évaluation des impacts environnementaux associés. La liste des publications et la diversité de leurs cosignataires sont révélatrices de la forte aptitude à la coopération interdisciplinaire qui caractérise J.M. PAILLAT.

Son mémoire témoigne d'une implication déjà significative dans l'encadrement de doctorants (2 encadrements à titre de co-encadrant rapproché, 4 co-encadrements partiels) et de stagiaires de niveau M2 (22 mémoires encadrés).

La liste des publications scientifiques comporte 12 articles publiés et 2 en révision dans des revues à comité de lecture, une édition d'ouvrage, 10 chapitres d'ouvrage. Ce nombre et l'impact de certains supports peuvent paraître limités. Cependant si on se réfère à la durée effective de la carrière proprement scientifique de J. M. PAILLAT, aux types de sujets traités et à l'inertie d'accumulation des données qui y est liée, enfin à l'abondance des communications récentes annonciatrices de publications, cette critique s'atténue fortement.

2. Orientation générale et portée des travaux

Le fonctionnement des exploitations d'élevage ou polyculture-élevage se caractérise par la place majeure qu'occupe la gestion des flux internes de matière, tout particulièrement ceux liés à l'alimentation animale et à la gestion des effluents. Ces flux de matière ont pour corollaire

Importants transferts d'éléments chimiques, s'accompagnant à certaines étapes de transformations biogéochimiques qui selon les cas favorisent ou réduisent la mobilité des éléments vers le sol, l'atmosphère ou les plantes. Ces transferts et transformations ont donc potentiellement des impacts très importants sur l'évolution de la fertilité des sols et sur l'environnement, impacts qui dépendent non seulement de l'intensité mais aussi de la distribution spatiotemporelle des flux de matières. Il est donc pleinement justifié :

- de chercher à décrire ces flux de matières et leur répartition spatiotemporelle de façon exhaustive et cohérente, ce qui implique une approche systémique au niveau de l'exploitation agricole ;
- de bien comprendre le déterminisme agronomique, ce qui suppose d'explicitier le système décisionnel (« modèle d'action ») de l'agriculteur ainsi que les aspects logistiques du fonctionnement des exploitations ;
- de mettre en œuvre une évaluation environnementale multicritères, prenant en compte les interrelations, effets compensateurs et transferts de pollution que comportent les processus étudiés.

Associant ces trois objectifs, J.M. PAILLAT inscrit ses travaux dans la perspective d'une modélisation globale incluant décisions, opérations techniques, processus biophysiques et évaluation des impacts environnementaux. Non content de relever ce défi à l'échelle de l'exploitation et sur quelques cas particuliers, J.M. PAILLAT se confronte à deux enjeux supplémentaires :

- prendre en compte la diversité des exploitations, pour accroître la généralité de ses travaux ;
- ne pas se limiter au niveau d'organisation de l'exploitation, mais aborder celui de territoires spatiaux plus ou moins vastes comportant un plus ou moins grand nombre d'exploitations entre lesquelles peuvent avoir lieu des échanges.

Entre autres applications, cette modélisation peut déboucher sur l'élaboration de scénarios qui peuvent servir de support à l'accompagnement de différentes démarches de développement ou recherche-action.

Les pistes ainsi ouvertes sont d'un très grand intérêt agronomique. La « gestion territoriale » des flux de matières est en effet susceptible d'apporter de précieux degrés de liberté et marges d'action pour conjuguer performance technico-économique et performance environnementale : économie d'engrais minéraux et d'énergie nécessaire à leur synthèse, meilleure répartition spatiale des flux d'éléments minéraux, maîtrise des fuites et du gaspillage d'azote, stockage de carbone dans les sols.

La seule nuance critique que l'on apportera à ce stade porte sur le titre même du mémoire, trop vague et insuffisamment éclairant quant à la thématique principale des recherches de J.M. PAILLAT.

3. Bilan des travaux sur la gestion des effluents de élevage et flux de matières dans les exploitations et territoires.

Ces travaux peuvent être répartis en trois grandes catégories.

a) Etude expérimentale des processus biogéochimiques intervenant dans les dynamiques du carbone et de l'azote des effluents de élevages, et en particulier des émissions gazeuses (CO₂, CH₄, NH₃, N₂, N₂O).

Dans le cadre de son détachement au sein de l'UMR SAS et en collaboration avec les collègues INRA spécialistes de ces sujets (T. MORVAN, P. ROBIN), J.M. PAILLAT a cherché à quantifier

ces processus et leur réponse à des variantes techniques, qui concernent soit l'épandage, soit le compostage. Situées dans des contextes technologiques (le compostage) ou agro-climatiques (système agraires tropicaux) jusqu'à présent peu étudiés, les expérimentations réalisées dans ce domaine ont rapidement fourni une bonne moisson de résultats originaux, d'où la sur-représentation de ce volet dans la liste des publications. Entre autres points intéressants, on notera par exemple :

- l'ambivalence des impacts environnementaux du compostage selon les conditions de sa mise en œuvre ;
- le rôle majeur de la présence des mulchs vis-à-vis du devenir de l'azote suite aux épandages de lisier ;
- la mise en relation des paramètres des cinétiques de décomposition avec le fractionnement biochimique des produits étudiés, qui laisse entrevoir la perspective d'une approche très générale de la dynamique d'évolution des produits organiques, malgré leur extrême diversité.

b) Typologie et analyse du fonctionnement des exploitations d'élevage, en référence à la gestion des approvisionnements fourragers et effluents d'élevage.

Ce volet prend racine dans de nombreuses enquêtes de terrain, réalisées par J.M. PAILLAT dans des contextes agraires et géographiques très variés, pour décrire et analyser la diversité des pratiques d'élevage, en s'appuyant sur les démarches de typologies initiées, entre autres, par A. CAPILLON. Ces études typologiques ne se sont apparemment pas concrétisées de façon significative au niveau des publications académiques.

En revanche, elles ont certainement contribué à donner à J.M. PAILLAT une irremplaçable expertise de terrain, et constitué une « rampe de lancement » pour les travaux menés en collaboration avec C. AUBRY et F. GUERRIN sur les processus décisionnels. Ces derniers débouchent sur la mise en évidence et la formalisation des règles de décision stratégiques ou tactiques s'appliquant au stockage, au traitement et à l'épandage des effluents d'élevage, l'ensemble étant regroupé et articulé au sein d'un « modèle d'action » de valeur suffisamment générique pour représenter l'ensemble des situations rencontrées à La Réunion. Ces acquis sont non seulement originaux (sauf erreur jamais auparavant les approches de ce type n'avaient été appliquées à la gestion des effluents d'élevage) mais très utiles car ils ont servi de base à l'élaboration des modules décisionnels de modèles plus globaux évoqués ci-dessous.

c) Modélisation globale et évaluation multicritères de la gestion des effluents d'élevage, aux échelles de l'exploitation ou du territoire.

Ce volet traduit la convergence et l'aboutissement de l'ensemble des travaux précédemment cités, et bénéficie de la très féconde collaboration avec F. GUERRIN ainsi que plus globalement avec un grand nombre de collègues de l'INRA, du CIRAD et des instituts techniques animaux. Quatre types de réalisation se dégagent :

- la modélisation intégrée de la gestion des effluents dans les exploitations laitières (modèle « GAMEDE »), dont l'originalité remarquable est l'enchaînement processus décisionnels . interventions techniques . processus biophysiques ;
- l'inclusion de modules de simulation des processus biophysiques (notamment émissions gazeuses) dans le modèle MELODIE décrivant le fonctionnement global d'une exploitation d'élevage ;
- le développement et la mise en œuvre de modèles de gestion des effluents s'appliquant soit à plusieurs exploitations réalisant des échanges (cas du modèle COMET), soit à des entités territoriales, par exemple celles correspondants aux bassins d'approvisionnement et d'épandage d'installations de traitement.

- l'articulation de ces différents types de modèles avec l'évaluation environnementale multicritères, qui a donné lieu à une collaboration là encore très prometteuse avec H. VAN DER WERF, spécialiste des ACV appliqués à l'agriculture.

Les premiers résultats obtenus sur ce dernier axe confirment le poids important des aspects logistiques et spatio-temporels de la gestion des effluents organiques (répartition spatiale, importance relative et concordance chronologique des sources et puits) vis-à-vis des performances environnementales obtenues. Le choix ambitieux consistant à intégrer décisions, opérations et processus décisionnels, non seulement à l'échelle de l'exploitation mais aussi à l'échelle territoriale, se trouve ainsi conforté.

Dans la présentation des différentes activités relatives à ce volet, J.M. PAILLAT se situe non pas comme modélisateur à proprement parler, mais plutôt comme un « contributeur créatif » à l'entreprise de modélisation, tant en amont pour l'approvisionner de façon flexible en sous-modèles et données biotechniques appropriés, qu'en aval pour évaluer de façon aussi précoce que possible le réalisme des sorties fournies par les prototypes de modèles. Dans les discussions consacrées à ce volet (cf. notamment les pp 72 à 75 du mémoire), J.M. PAILLAT fait preuve de lucidité et de profondeur d'analyse, démontrant qu'il a acquis l'expérience et la maturité nécessaire pour concevoir des stratégies de recherche.

4. Perspectives

A la p. 88 de son mémoire, J.M. PAILLAT propose deux grandes orientations pour ses travaux futurs :

- contribuer à l'élaboration de méthodes d'évaluation basées sur la modélisation des systèmes de production et le couplage processus biophysique . activité de gestion ;
- poursuivre l'acquisition de connaissances plus analytiques sur les émissions gazeuses qui constituent encore un « angle mort » des références disponibles, et sont pourtant indispensables pour mener à bien l'évaluation susmentionnée.

En fait, les deux orientations ainsi proposées correspondent à la poursuite de chantiers sur lesquels l'investissement de J.M. PAILLAT est encore relativement récent, du fait de la trajectoire qu'on a rappelée précédemment. Il apparaît donc très souhaitable de les poursuivre et de les exploiter pleinement. Il conviendra cependant de s'interroger sur d'éventuels arbitrages à faire entre les deux orientations. Le avis personnel du rapporteur serait d'accorder la priorité à la première (modélisation et évaluation globales, développées à l'échelle territoriale), car c'est là que le tandem GUERRIN . PAILLAT est véritablement en situation de leadership la plus marquée, sur un front de recherche à la fois crucial et peu garni.

Vis-à-vis de chacune de ces voies, J.M. PAILLAT présente des plans d'action consistants et argumentés. Ces plans d'action sont présentés plutôt dans une optique d'ingénierie méthodologique (comment construire les outils de simulation et d'évaluation nécessaires) que dans une perspective d'ingénierie agri-environnementale (quels sont les problèmes majeurs, comment les traiter). Il faudra peut-être que J.M. PAILLAT veille, le moment venu, à rééquilibrer sa « posture de recherche ».

5. Quelques points sujets à critique.

Ils concernent non pas le bilan d'activité ou les perspectives scientifiques de J.M. PAILLAT, mais plutôt la rédaction du mémoire. On peut en effet reprocher à ce dernier :

- Une présentation un peu évasive et abstraite des processus étudiés : à aucun moment ne sont véritablement présentés ou discutés les cycles du carbone et de l'azote, ainsi que les rôles des facteurs techniques qui influent sur ces cycles. Ce sont principalement les structures et organigrammes des modèles qui font l'objet des illustrations.
- Une certaine confusion dans la structuration du mémoire, aboutissant à des impressions de redondance entre les différentes parties. Ainsi la distinction entre les parties II 2 (« la gestion des stocks : interface entre agriculture et élevage ») et II 3 (« Modélisation de la gestion des flux de matières » etc.) n'est pas très éclairante ;
- Une insuffisante sélectivité quant aux points à développer, qui est à l'origine d'une longueur excessive et d'une certaine difficulté de lecture. Sans doute aurait-il été préférable de révoquer que beaucoup plus brièvement, les travaux antérieurs relatifs à l'affouragement et à sa mécanisation. De même il aurait fallu élaguer les informations trop abondantes concernant les projets et opérations de recherches qui ont servi ou serviront de support aux travaux.

Ces critiques ne sont pas du même ordre de grandeur que les points positifs de fonds relevés à propos du bilan d'activité scientifique. Elles doivent simplement attirer la vigilance du futur encadrant sur le soin et le temps à accorder aux phases rédactionnelles des travaux d'étudiants ou chercheurs en formation, qui sont précisément des étapes extrêmement formatrices.

6. Appréciation d'ensemble et conclusion

A l'issue d'un parcours professionnel remarquable, qui témoigne d'une exceptionnelle mobilité, d'une grande ouverture d'esprit et d'une forte capacité d'interaction scientifique et humaine, J.M. PAILLAT se positionne aujourd'hui sur des sujets cruciaux, qui correspondent à des enjeux scientifiques, agronomiques et environnementaux prioritaires.

Avec les partenaires proches, de grande qualité, auxquels il a su s'associer, il constitue désormais un noyau de cristallisation pour le développement des modèles et méthodes propres à l'ingénierie agri-environnementale territoriale. Son mémoire témoigne de clairvoyance quant aux choix méthodologiques et orientations thématiques à mettre en œuvre dans cette perspective. Son background agronomique et scientifique présente une large palette de compétences, d'expériences de terrain, et de savoirs-faire méthodologiques.

Il est extrêmement souhaitable que des étudiants et chercheurs en formation puissent bénéficier de son expérience, de sa réflexion, et de son enthousiasme communicatif. Je recommande donc vivement que lui soit décernée l'habilitation à diriger des recherches.



REPUBLIQUE FRANCAISE
INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE
CENTRE DE MONTPELLIER

LABORATOIRE DE BIOTECHNOLOGIE
DE L'ENVIRONNEMENT

Votre correspondant : Dr. Jean-Philippe Steyer
email : steyer@supagro.inra.fr

Narbonne, le 1^{er} Mars 2011

N/Réf.:

Objet: Rapport concernant l'HDR de Monsieur Jean-Marie Paillat

**Rapport sur le travail présenté par Monsieur Jean-Marie Paillat, Chercheur au CIRAD,
en vue d'obtenir une Habilitation à Diriger des Recherches
de l'Université de la Réunion (discipline Biologie des Organismes, Agronomie), intitulé :**

"Relation Agriculture-élevage – Combinaison d'approches analytiques et systémiques "

**Rapport établi par Jean-Philippe Steyer
Habilitation à Diriger des Recherches, Directeur de Recherche à l'INRA**

Les travaux présentés par Monsieur Paillat révèlent un parcours personnel très riche d'expériences multiples qui vont de la mécanisation des petites exploitations agricoles à la gestion des effluents d'élevage à l'échelle du territoire et au bilan environnemental du procédé de compostage en passant par la production et la conservation de la ressource fourragère et la modélisation des flux de biomasse et des transferts de fertilité.

M. Paillat a toujours cherché à allier l'applicatif au cognitif et les allers retours qu'il a menés sur ces aspects conduisent à une très grande pertinence de ses recherches à l'interface entre production animale et production végétale.

Ses travaux se sont traduits par 12 articles (plus 9 soumis ou en préparation) dans des revues à facteurs d'impact, ce qui pourrait paraître faible lorsque l'on sait l'étendue des travaux de M. Paillat. Il y a aussi 37 articles dans des congrès internationaux et 17 dans des colloques français. Mais sa production scientifique ne saurait se limiter à ces seuls articles car en parallèle, il y a des articles de synthèse ou de vulgarisation dans des revues spécialisées (18), des chapitres d'ouvrage (10), des ouvrages entiers (2), des rapports de recherche (23), des rapports d'expertise (5), des documents d'animation (19), des documents à vocation pédagogique (9) et même 2 logiciels enregistrés. Tout ceci est tout simplement remarquable et l'ampleur des dimensions dans lesquelles M. Paillat valorise ses travaux est à l'image des dimensions multiples de ses activités.

Il est en effet très rare d'avoir à évaluer les recherches d'une personne alliant la mesure (eg., les émissions de NH₃, N₂O et CH₄ lors du stockage du lisier de porc), l'action (eg.,

l'épandage), la modélisation (y compris par systèmes multi-agents) et l'analyse environnementale via l'ACV.

D'un point de vue rédactionnel, le rapport est relativement conséquent (109 pages). Il est structuré autour de trois parties, clairement rédigées et très agréables à lire.

La première partie (34 pages) est une présentation personnelle et un résumé du parcours professionnel de M. Paillat. A noter ici le co-encadrement de 6 thèses et l'encadrement de 5 stages de niveau M1 et 22 de niveau M2, ce qui dénote, s'il en était besoin, que M. Paillat est parfaitement apte à diriger des recherches.

La deuxième partie (52 pages) concerne les travaux de recherche à proprement parlé et constitue le cœur du rapport. Deux axes principaux ont été retenus par M. Paillat : (i) la gestion des stocks à l'interface entre agriculture et élevage et (ii) la modélisation de la gestion des flux de matières au niveau de l'exploitation d'élevage et du territoire et l'évaluation environnementale. Pour chacun de ces axes, des thèmes plus spécifiques sont déclinés selon un plan que j'ai tout particulièrement apprécié : objet et finalités de recherche ; intérêt scientifique ; méthodologie ; principaux résultats ; regard critique. En particulier, ce dernier paragraphe analyse de manière très honnête les travaux réalisés, n'hésitant pas à souligner ceux qui n'ont pas abouti – ce qui est très rare et mérite d'être souligné.

La dernière partie concerne les perspectives de M. Paillat et son positionnement scientifique. Il n'y a pas de rupture fondamentale avec les travaux menés jusqu'à aujourd'hui. Cela est tout à fait cohérent tant la maturité scientifique de M. Paillat est grande et le spectre de ses activités est large. La montée en puissance des responsabilités de M. Paillat ressentie tout au long du manuscrit y est illustrée et je ne peux que l'encourager à s'engager comme il le fait par exemple dans le pôle d'excellence « Impacts et services environnementaux des activités agricoles en milieu tropical ».

En conclusion, je pense que Monsieur Paillat a couvert de manière très pertinente des pistes de recherche très intéressantes – mais complexes – et tout au long de son parcours scientifique, il a su évoluer très positivement et gagner en maturité tout en conservant son excellence.

Pour l'ensemble de ces raisons, je suis convaincu que Monsieur Paillat possède toutes les qualités scientifiques et pédagogiques pour obtenir une excellente Habilitation à Diriger des Recherches et je donne un avis sans réserve aucune à sa soutenance.



Jean-Philippe Steyer