

## Concilier à long terme performances productive et écologique Un modèle de co-viabilité pâturage – oiseaux prairiaux en marais

Les modes de gestion des prairies sont reconnus comme les moteurs essentiels de la qualité des habitats et donc du devenir d'un grand nombre d'espèces animales et végétales des agroécosystèmes prairiaux européens. A ce jour, les recherches ont surtout abordé les impacts à court terme de ces modes de gestion.

L'UMR SADAPT propose un modèle dynamique prédisant les stratégies de pâturage qui concilient à long terme production fourragère et conservation de l'avifaune dans les prairies de marais.

Ce modèle est appliqué à deux petits échassiers limicoles, le Vanneau Huppé et le Chevalier Gambette, dont les cycles de vie sont liés aux modes de gestion des prairies.

**Rodolphe Sabatier, Patricia Grené, François Léger, Luc Doyen, Muriel Tichit**

De nombreux travaux ont montré que l'intensité du pâturage influence l'abondance des oiseaux prairiaux. Des études récentes en ont quantifié les impacts sur leurs traits de vie, c'est-à-dire sur la fécondité des adultes et la survie des poussins, deux paramètres clés des dynamiques des populations.

Les limicoles, comme la plupart des oiseaux prairiaux, nichent au sol. La destruction des nids par le piétinement des troupeaux a un impact direct, qui peut être fort, sur la fécondité des oiseaux. Le pâturage est cependant nécessaire. En effet, les poussins quittent le nid dès la naissance pour rechercher leur nourriture. Une herbe haute et dense représente donc un frein important à leur mobilité. Le pâturage, en modifiant la hauteur et la structure du couvert végétal, affecte indirectement la survie des poussins. Les relations entre pâturage et traits de vie sont ainsi marquées par un paradoxe entre un effet direct du pâturage défavorable aux oiseaux et un effet indirect qui leur est potentiellement favorable (figure 1).



Bien que leurs effets cumulatifs combinés agissent au cours du temps sur la démographie des oiseaux, ces deux types d'effets n'ont été jusqu'à présent étudiés que séparément et à court terme. Ces études ont débouché sur des préconisations limitant le chargement en bétail des prairies, voire même interdisant le pâturage pendant la saison de reproduction des oiseaux. Or celle-ci se déroule au printemps, période essentielle de l'exploitation des prairies pour l'élevage. De plus, l'exclusion du pâturage au printemps limite la possibilité d'obtenir un couvert prairial favorable aux poussins.

Pour identifier des modes de gestion susceptibles d'enrayer le déclin de l'avifaune, il est nécessaire d'étudier conjointement les deux effets sur le long terme. Ceci revient à identifier les stratégies de pâturage permettant de maintenir durablement l'agroécosystème dans une gamme d'états compatibles avec la production prairiale et avec la conservation de l'avifaune.

Pour répondre à cet objectif de conciliation, l'Unité Mixte de Recherche SADAPT, en collaboration avec l'Unité Expérimentale de Saint-Laurent-de-la-Prée et le Muséum National d'Histoire Naturelle, a mis au point un modèle dynamique qui intègre ces deux types d'effets.

### Un modèle développé pour les conditions du Marais Poitevin

Le Marais Poitevin, site pilote pour les mesures agro-environnementales depuis le début des années 90, joue un rôle important pour la conservation des limicoles. En 2004, l'Unité Expérimentale de Saint-Laurent-de-la-Prée a mis en place un dispositif de suivi de 252 parcelles appartenant à 67 exploitations agricoles et exploitées en pâturage ou fauche pour alimenter des bovins allaitants. Les mesures *in situ* réalisées pendant deux années consécutives concernaient : i) la présence/absence de deux espèces d'oiseaux inféodées aux prairies humides, le Vanneau Huppé et le Chevalier Gambette, ii) la qualité d'habitat mesurée notamment par la hauteur d'herbe, iii) l'intensité de pâturage mesurée par le chargement en bovins des prairies.

Ces données ont permis :

- de définir les seuils de hauteur d'herbe favorables aux oiseaux aux deux périodes clés de leur cycle de vie (l'incubation, puis l'élevage des poussins) ;
- de calibrer la dynamique du couvert prairial aux conditions locales.

Dans le cadre du projet de recherche FARBIRD "Modèles de co-viabilité entre agriculture et biodiversité des oiseaux", l'UMR SADAPT a développé un modèle dynamique qui intègre les effets directs et indirects du pâturage sur la fécondité des adultes et la survie des poussins des deux espèces d'oiseaux.

Le modèle prédit les stratégies de pâturage (périodes et intensité de pâturage) et les hauteurs d'herbe associées. Il simule sur quinze ans les évolutions des populations d'oiseaux.

### Prédire des stratégies de pâturage viables

Le modèle a été développé pour les conditions du Marais Poitevin, site d'importance nationale pour la conservation des limicoles (encadré 1). Agroécosystème prairial exploité par le pâturage de bovins allaitants, il est l'habitat de deux espèces d'oiseaux emblématiques des prairies de la façade atlantique, le Vanneau Huppé et le Chevalier Gambette.

Appuyé sur la théorie mathématique de la viabilité (encadré 2), le modèle couple les dynamiques des populations d'oiseaux et du couvert prairial *via* les effets du pâturage sur les traits de vie des oiseaux (figure 1). Il met l'accent sur la diversité des évolutions possibles de l'agroécosystème et s'intéresse aux décisions compatibles avec les objectifs visés, qui définissent les contraintes fixées au système.

L'approche de viabilité permet de révéler les stratégies de pâturage dites "viables", correspondant aux combinaisons de périodes et d'intensités de pâturage qui réalisent tout au cours du temps un double objectif de performances écologique et productive. Autrement dit, ces stratégies viables sont celles qui respectent les seuils qu'impose la réalisation de ces deux objectifs, sans que n'apparaissent de situations d'irréversibilité. Un premier seuil est lié au fait que les besoins du lot d'animaux au pâturage doivent toujours être satisfaits : il induit une limite sur le chargement puisque le prélèvement de biomasse herbagère, proportionnel à la taille du lot d'animaux, doit toujours être inférieur à la biomasse disponible. La limitation des effets directs détermine, quant à elle, un deuxième seuil sur le chargement maximal pendant la nidification des oiseaux.

Enfin un troisième seuil, relatif à la qualité d'habitat et conditionnant la survie des poussins, définit les gammes de hauteurs d'herbe à générer par le pâturage après l'éclosion de chaque espèce d'oiseau.

Pour chaque stratégie, le modèle simule les dynamiques d'évolution du couvert prairial et des populations d'oiseaux sur quinze ans et calcule les deux types de performances.

La performance productive est le nombre de jours pâturés, exprimé en journées unité gros bovin par hectare (UGB) et par an. La performance écologique est la taille de population d'oiseaux à 15 ans, exprimée en nombre d'individus adultes.

### Trouver un compromis entre production et conservation

#### Créer des habitats favorables : un minimum de pâturage nécessaire

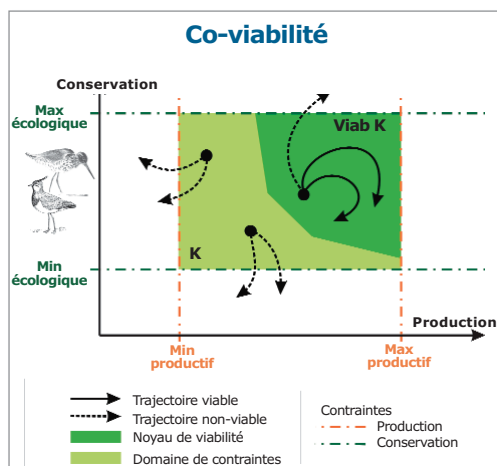
Le modèle de co-viabilité permet de tracer la relation liant les deux performances (figure 2). Les niveaux intermédiaires de performance productive correspondent aux meilleurs niveaux de performance écologique. Ce résultat n'est pas spécifique aux deux espèces étudiées. Comme l'ont déjà montré différents travaux, les niveaux élevés de biodiversité sont observés aux niveaux intermédiaires d'intensité de pâturage. Tant que celle-ci reste modérée, il est possible d'améliorer la performance productive sans pénaliser la performance écologique.

Partant de la situation sans pâturage, l'utilisation de la prairie entraîne dans un premier temps une situation gagnant-gagnant où les deux performances sont améliorées : il faut un minimum de pâturage pour générer des hauteurs d'herbe favorables aux poussins. Une frontière apparaît ensuite, à partir de laquelle il n'est plus

possible d'améliorer l'une des deux performances sans nuire à la seconde. A l'autre extrême, un fort pâturage de printemps correspond à une performance productive élevée, aux dépens de la performance écologique.

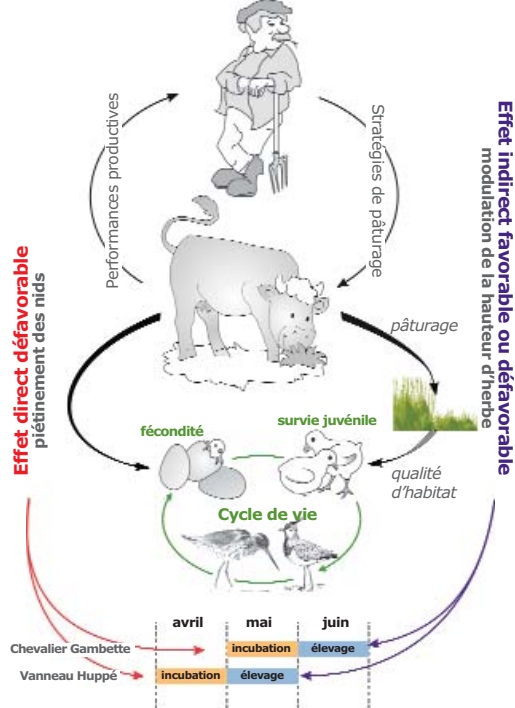
#### Moduler l'intensité de pâturage : un facteur déterminant du compromis

Le modèle prédit que les stratégies impliquant un fort pâturage maximisent la performance productive mais ne sont pas viables, puisqu'elles ne garantissent pas le maintien à long terme des populations. Elles valorisent au mieux la pousse de l'herbe très saisonnée des prairies de marais mais occasionnent un fort piétinement des nids. A l'inverse, les stratégies de pâturage viables limitent fortement le chargement en début de printemps. Elles correspondent à un pâturage différé, basé sur un report d'herbe sur pied en fin de printemps et sur la repousse d'automne. Elles entraînent donc une baisse de performance productive, le pâturage étant décalé sur des périodes où la biomasse disponible est moindre. Le pâturage d'automne peut toutefois



La viabilité est un outil mathématique d'analyse de systèmes dynamiques. Cet outil permet de rechercher des ensembles de trajectoires compatibles, au cours du temps, avec des objectifs définis sous la forme de contraintes. Il réalise une évaluation multicritères, sans hiérarchie *a priori* entre les critères, particulièrement intéressante pour aborder cette "conciliation". C'est là une caractéristique originale par rapport à la plupart des modèles qui considèrent les objectifs de biodiversité comme des contraintes exogènes auxquelles sont soumis les objectifs de production. Dans l'exemple présenté ici, les contraintes correspondent à des *maxima* et des *minima* pour les performances écologique et productive d'un agroécosystème prairial. Elles définissent le domaine de contraintes (K) au sein duquel le système doit se maintenir pour rester viable. Il inclut un sous-ensemble, appelé noyau de viabilité (Viab K), ensemble des états à partir desquels il existe au moins une trajectoire qui maintienne le système à long terme dans le domaine de contraintes. La co-viabilité est la viabilité jointe des deux types de performances : production et conservation.

Les stratégies de pâturage correspondent aux périodes et intensité du chargement au cours des saisons. Elles génèrent des performances productives exprimées en nombre de journées de pâturage / ha / an.



Le piétinement dépend du chargement instantané et pénalise la fécondité des adultes. La hauteur d'herbe générée par le pâturage est un facteur de variation de la survie des poussins car elle joue sur leur mobilité, l'accès à la nourriture, l'exposition à la prédation. Pour le Vanneau Huppé, cette survie est élevée lorsque le couvert est peu développé, alors que pour le Chevalier Gambette, ce sont des hauteurs intermédiaires, ni trop rasées ni trop hautes, qui sont favorables. Les deux espèces ayant des périodes de reproduction décalées, ces effets s'exercent sur trois mois.

Figure 1 : Effets directs et indirects du pâturage aux étapes clés du cycle de vie des limicoles

générer un fort rabattement du couvert qui aura un effet différé sur le début du printemps suivant, le couvert étant alors plus favorable aux oiseaux. La modulation au cours du temps de l'intensité du pâturage constitue donc le facteur déterminant du compromis entre production et conservation.

### Maintenir une diversité de modes de gestion : l'exemple du Marais Poitevin

Les données collectées en Marais Poitevin indiquent que seules 2% des parcelles sont soumises à une gestion favorisant simultanément les deux traits de vie du vanneau. Toutefois, une proportion importante se révèle favorable soit en termes de chargement (50%) ou de hauteur d'herbe (15%). Ce résultat indique que la hauteur du couvert prairial pénalise plus fortement le cycle de vie du vanneau que ne le fait le chargement par ses effets directs. Une telle situation illustre l'antagonisme entre la nécessité de limiter le piétinement et donc le chargement en début de printemps et le

besoin d'une faible hauteur d'herbe au milieu du printemps. En comparant l'attractivité des parcelles pour le vanneau et le chevalier sur ce même critère, on observe que les parcelles ayant un chargement favorable au vanneau (50% des parcelles en avril) sont plus nombreuses que celles favorables au chevalier (20% des parcelles en mai). Dans les conditions actuelles de gestion des prairies, il est donc plus facile de favoriser l'habitat d'une espèce précoce initiant son cycle de reproduction avant le démarrage de la période d'exploitation des prairies.

L'examen des caractéristiques des parcelles des éleveurs montre que différents éléments jouent sur la mise en œuvre de modes de gestion répondant aux exigences des limicoles (figure 3). Les parcelles favorables en termes de chargement ou de hauteur d'herbe sont peu ou pas fertilisées et font l'objet d'une mise à l'herbe tardive, après le 15 avril. Elles sont principalement localisées dans le secteur le plus humide, à l'ouest du marais. Leur faible portance limite de fait les possibilités de fertilisation et implique une mise à l'herbe avec un chargement modéré. A l'inverse, les parcelles défavorables sont localisées dans le secteur est du marais, moins humide et donc plus portant. Elles sont, pour la plupart, exploitées plus précocement et fertilisées.

Le cas des prairies du Marais Poitevin révèle qu'il est difficile de satisfaire simultanément les deux critères pour les oiseaux. Toutefois, le fait qu'une proportion importante de parcelles remplisse au moins l'un des deux critères plaide en faveur du maintien d'une diversité de modes de gestion pour favoriser à long terme les populations d'oiseaux. Cette diversité augmente les degrés de liberté pour assurer la co-viabilité entre production et biodiversité car elle permet de tirer profit de la complémentarité spatiale entre des modes de gestion partiellement favorables à l'un des deux traits de vie des oiseaux.

### Elaborer des scénarios ...

D'un point de vue générique, le cadre de modélisation proposé est transposable à d'autres espèces lorsque les interactions biologie / modes de gestion sont bien documentées. Sophistiqué sur le plan mathématique, il n'est pas destiné à produire des outils d'aide à la décision utilisables directement par les acteurs. Il constitue en revanche un outil très intéressant pour asseoir la construction et l'évaluation de scénarios autour desquels peut s'élaborer un point de vue partagé entre les différents acteurs concernés par un problème donné. En effet, la viabilité synthétise des interactions complexes à partir de critères simples, comme le nombre de

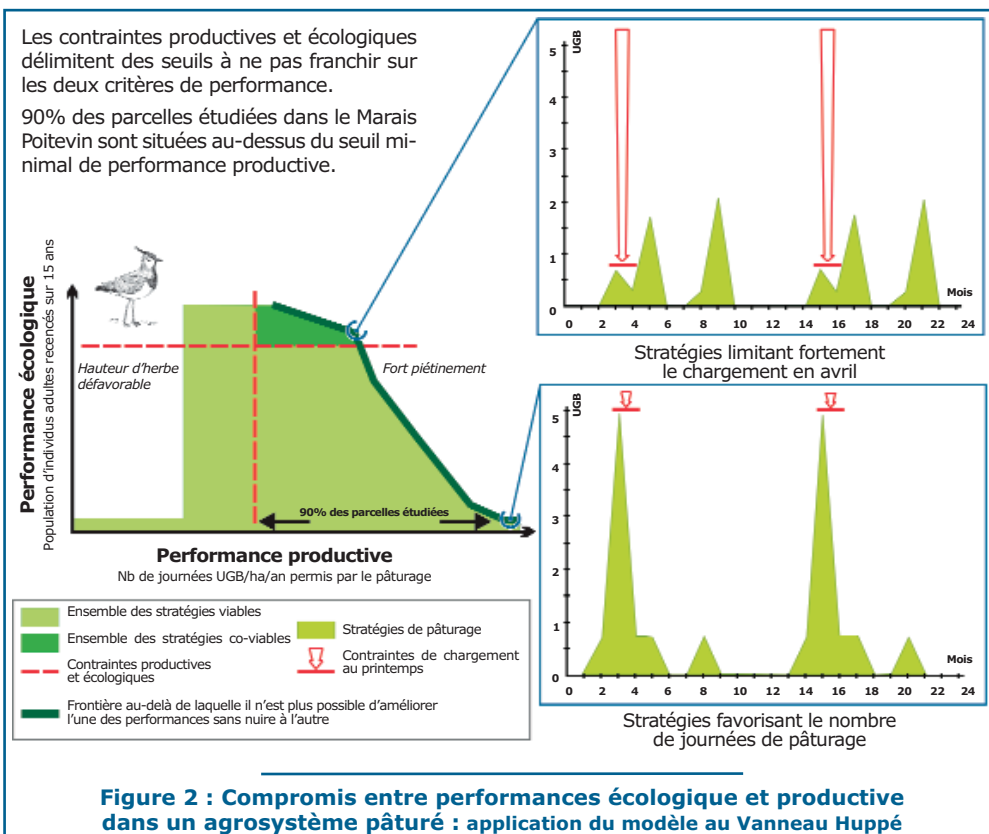


Figure 2 : Compromis entre performances écologique et productive dans un agrosystème pâturé : application du modèle au Vanneau Huppé

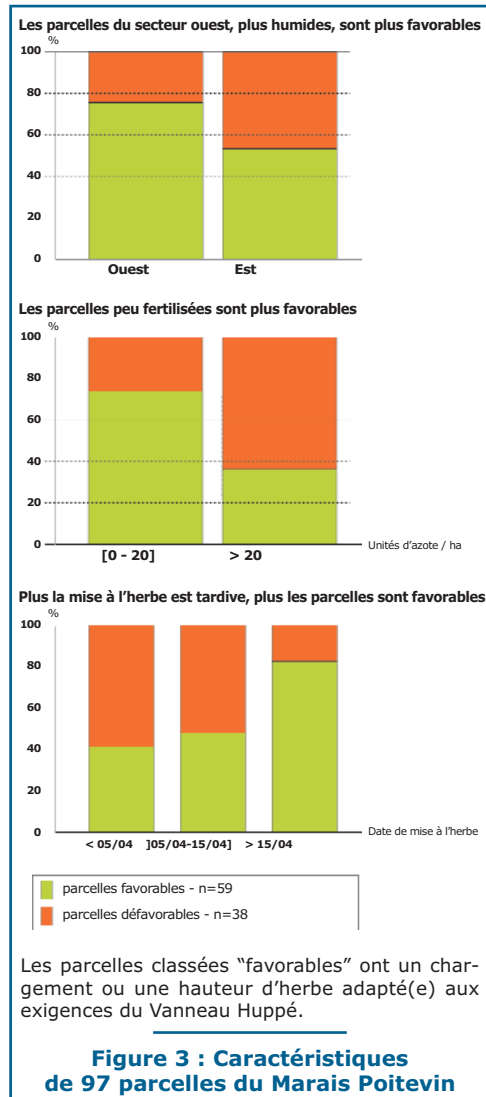
jours de pâturage par hectare et par an et la taille de population d'oiseaux. Ces critères, exprimés dans leur propre unité de grandeur, font sens à la fois pour les agriculteurs et pour les acteurs de la conservation. Ils permettent d'articuler leurs points de vue autour d'une notion commune : la viabilité de l'agroécosystème. On ne cherche pas à déterminer une trajectoire optimale, mais à éliminer celles ne permettant pas au système de se maintenir en bonne santé. Parmi l'ensemble des trajectoires viables identifiées, les différents acteurs ont alors la possibilité de choisir celle(s) qui correspond(ent) le mieux à leurs objectifs et à leur rationalité propres.

### ... pour mettre en œuvre des stratégies de pâturage concertées

Pour chaque stratégie, le modèle calcule les pertes de production (en nombre de jours de pâturage) par rapport à celles maximisant le prélèvement. Il apporte ainsi des éléments pour quantifier les coûts des politiques agro-environnementales, fondées sur le principe d'une compensation des surcoûts ou des pertes occasionné(e)s par l'adoption de pratiques réputées favorables à l'environnement.

Les contraintes de viabilité peuvent être fixées en partant des priorités définies par les acteurs et des connaissances disponibles sur les mécanismes agroécologiques en jeu. La possibilité de jouer sur le niveau des contraintes permet de délimiter les états de l'agroécosystème répondant aux besoins des troupeaux et des oiseaux. Les simulations apportent alors des éléments de discussion autour de la mise en cohérence des séquences de pâturage avec les étapes clés de la reproduction des oiseaux. Les caractéristiques des stratégies non viables se trouvant clairement identifiées, on distingue des seuils à ne pas franchir en termes de chargement, sous peine de pénaliser l'alimentation du troupeau ou la conservation des oiseaux. En l'absence de références, ces seuils sont souvent difficiles à déterminer.

Mettre en discussion les stratégies, du point de vue de leur viabilité, ouvre donc des perspectives pour la négociation agro-environnementale. L'enjeu porte alors sur l'identification de seuils acceptables au-delà desquels l'un ou l'autre des partenaires considère que le risque est trop important au regard de son propre projet.



#### Les auteurs :

**Rodolphe Sabatier**, doctorant à l'UMR SADAPT (Science pour l'Action et le Développement, Activités, Produits, Territoire), modélise la conciliation entre production et conservation dans les agroécosystèmes prairiaux. [rodolphe.sabatier@agroparistech.fr](mailto:rodolphe.sabatier@agroparistech.fr)

**Patricia Grené**, technicienne à l'unité expérimentale de Saint-Laurent-de-la-Prée, réalise le suivi des exploitations agricoles des marais atlantiques. [patricia.grene@stlaurent.lusignan.inra.fr](mailto:patricia.grene@stlaurent.lusignan.inra.fr)

**François Léger**, enseignant chercheur à AgroParisTech, analyse les dispositifs de politiques publiques à finalité agro-environnementale et anime le programme FARMBIRD. [francois.leger@agroparistech.fr](mailto:francois.leger@agroparistech.fr)

**Luc Doyen**, mathématicien au CNRS, UMR CERSP (Conservation des Espèces Restauration et Suivi des Populations), est spécialiste de l'application de la théorie de la viabilité à la gestion durable des ressources naturelles. [lucdoyen@mnhn.fr](mailto:lucdoyen@mnhn.fr)

**Muriel Tichit**, zootechnicienne à l'UMR SADAPT, travaille sur la modélisation multi-échelle des performances environnementales des systèmes d'élevage dans les agroécosystèmes prairiaux. [muriel.tichit@agroparistech.fr](mailto:muriel.tichit@agroparistech.fr)

Ce travail a été mené avec le support financier de l'Agence Nationale de la Recherche dans le cadre du programme SYSTERRA, projet "ANR-08-STRA-007, FARMBIRD - Coviability models of FARMing and BIRD biodiversity".

#### Pour en savoir plus :

**Sabatier R., Doyen L., Tichit M.** (2010). Modelling trade-offs between livestock grazing and wader conservation in a grassland agroecosystem. *Ecological Modelling*, 221(9), 1292-1300.

**Sabatier R., Doyen L., Tichit M.** (2008). *Evaluer l'effet des seuils de chargement sur les performances productives et écologiques de troupeaux valorisant des prairies à forts enjeux de biodiversité*. 15<sup>èmes</sup> Rencontres autour des Recherches sur les Ruminants, Paris, 3-4 décembre 2008, 213-216. <http://www.journees3r.fr/spip.php?article2661>

**Tichit M., Doyen L., Lemel J-Y., Renault O., Durant D.** (2007). A co-viability model of grazing and bird community management in farmland. *Ecological Modelling*, 206(3), 277-293.

#### Edité par le département Sciences pour l'Action et le Développement

Directeur de la publication : Jean-Marc Meynard

Equipe de rédaction : Annick Audiot, Bernadette Leclerc, Françoise Maxime, Martine Mignote, Elodie Regnier

Secrétariat de rédaction : Martine Mignote - INRA - UPIC/SAD - BP 87999 - 21079 Dijon cedex

Tél : 33 (0)3 80 77 25 92 - Fax : 33 (0)3 80 77 25 74 - e.mail : [martine.mignote@dijon.inra.fr](mailto:martine.mignote@dijon.inra.fr)

Dépôt légal : septembre 2010 - Impression ICO - Dijon. *Reproduction partielle autorisée avec mention d'origine*

Publication disponible sur notre site : [http://www.inra.fr/sciences\\_action\\_developpement/](http://www.inra.fr/sciences_action_developpement/)