



Réseau prairies – Symposium 2017 Mercredi 8 mars 2017 – AGROPOLIS Montpellier

Diversité des ressources végétales : un atout pour les systèmes d'élevage face aux aléas

Le Réseau multi-départements Prairies continue ses activités, dans le cadre instauré en 2010 pour créer de l'animation entre les différentes unités INRA concernées par l'objet prairies au sens large. Le prochain séminaire aura lieu sur le campus d'Agropolis Montpellier les 8 et 9 mars 2017. La thématique retenue porte sur la diversité des ressources végétales dans les systèmes d'élevage face aux imprévisibilités des changements globaux, climatiques et sociaux.

L'ambition du séminaire est de revenir sur le concept de « ressources » pâturées et/ou récoltées, dans des conditions où leurs abondance, accessibilité et qualité sont rendues moins prévisibles, voire aléatoires, pour des raisons relevant à la fois du changement climatique et de réorganisations sociales, foncières et réglementaires. Dans ce contexte, il est dès lors important de s'intéresser davantage, et/ou différemment, à la diversité et variabilité de la production de biomasse par les couverts (***sur un gradient allant des prairies temporaires mono ou multi spécifiques aux végétations semi naturelles des parcours et pelouses d'altitude***). Les niveaux d'échelle intégreront des mécanismes et processus fins qui déterminent le fonctionnement de ces agro-écosystèmes (résistance, résilience) face à des aléas. Des niveaux plus intégrateurs seront également pris en compte, notamment les questions des articulations entre ressources végétales à l'échelle de ***territoires d'élevage***, profitables pour alimenter un troupeau ***au fil des saisons et des années***.

Des conditions de fortes variabilités et imprévisibilités sont inhérentes aux systèmes d'élevage en ***régions méditerranéennes et intertropicales***, notamment en matière de capacités d'ajustements des éleveurs et de leurs animaux. Ces conditions surviennent à présent aussi, et de plus en plus souvent, en régions tempérées, du fait du changement climatique et de la nécessité de produire à moindre coût à partir de ressources diversifiées. Des échanges d'expériences et de points de vue permettront de partager des résultats obtenus dans des milieux à forte variabilité (pédoclimatique, systèmes de production) et devraient être profitables à tous.

Programme

Session 1

Diversité et résilience des ressources fourragères pâturées et/ou récoltées face aux imprévisibilités des changements globaux et climatiques

Key-note par Karim Barkaoui (chercheur CIRAD, UMR SYSTEM, F-34398 Montpellier, France, collaboration CEFÉ-CNRS) & Marie-Laure Navas, Catherine Roumet, Florence Volaire : **‘Le fonctionnement des parcours méditerranéens peut-il inspirer la conception de mélanges fourragers résilients ?’**

Dans les régions méditerranéennes, la durabilité des prairies semées est menacée par des épisodes de sécheresse estivale de plus en plus longs et intenses. Malgré les enjeux associés à ces agroécosystèmes, il n'existe pas de mélanges fourragers adaptés pour faire face à ces changements. Améliorer la persistance et la résilience des couverts végétaux, plus que leur productivité primaire annuelle, constitue désormais un nouveau paradigme pour la conception des mélanges fourragers dans ces régions. Les agro-écologues font l'hypothèse qu'une valorisation optimale de la biodiversité végétale pourrait permettre d'améliorer la capacité des couverts végétaux à survivre et reprendre une croissance active après de fortes sécheresses. En développant des approches d'écologie fonctionnelle, nous avons cherché à évaluer dans quelle mesure le fonctionnement des parcours méditerranéens, faiblement anthropisés et riches en espèces, pouvait fournir des éléments de compréhension nécessaires à la conception de mélanges fourragers plurispécifiques plus résilients dans un contexte d'aridité croissante. Après avoir formalisé les contours d'un « idéo-mélange » fourrager méditerranéen, nous avons étudié les rôles respectifs (i) de la composition fonctionnelle des mélanges dans la dynamique d'utilisation de l'eau et l'équilibre éco-hydrologique à long-terme et (ii) de la diversité fonctionnelle des mélanges dans la complémentarité d'utilisation de l'eau et leur résilience. Nous montrons l'importance de la composition fonctionnelle dans la réponse de la productivité aux déficits hydriques. En effet, les caractéristiques aériennes et souterraines des plantes sont fondamentales pour expliquer les variations de la dynamique de l'eau de l'écosystème en relation avec les conditions hydrologiques locales. Ainsi, le stress hydrique peut être fortement tamponné par des rythmes de croissance des plantes adaptés au sein des communautés, favorisant leur persistance sur le long-terme. En revanche, les effets de complémentarité, attendus par une plus grande diversité fonctionnelle au sein des mélanges, ont été peu perçus sur le court-terme, mais doivent être évalués sur la résilience à plus long-terme. Si l'effet de la diversité fonctionnelle intra-mélange reste donc à quantifier, il apparaît que la composition fonctionnelle des mélanges soit un facteur déterminant à ajuster en considérant la variabilité des conditions du milieu pour faire face aux sécheresses à venir.

- ✓ **Effects of grazing practice and climate variability on annual above (ANPP) and below ground (BNPP) production.** *Katja Klumpp, Catherine Picon-Cochard, Frederique Louault, Nathalie Vassal, Olivier Darsonville [contact: Katja Klumpp, INRA, UREP, 5 Chemin de Beaulieu, 63000 Clermont Ferrand]*

What are the effects of climate variability (i.e. more frequent and more intense drought periods) to biomass yields and the provision of ecosystem services? And which are the management practice that promote the stability of ecosystem services?

For grasslands, the nature, frequency and intensity of practices mediates the quantity and quality of forage production but also of C inputs to soil (i.e. mostly derived from plant roots), as root production and shoot litter, provide the potential to increase soil organic matter. An understanding of how management and climate variability affect annual above (ANPP) and below (BNPP) ground production is of prime importance for the provision of ecosystem services.

Here we assessed during 5 years (2012-2016) dynamics of above- and below ground production of two upland grassland sites (SOERE-ACBB-Theix-Laqueuille) subjected to different grazing intensities and practices (continuous vs rotational): abandonment, low (0.6 to 0.7 LSU ha⁻¹ yr⁻¹) and high (1.2 to 1.5 LSU ha⁻¹ yr⁻¹) animal stocking rate, with and without fertilization.

Not surprisingly, aboveground biomass (forage) production strongly depended on the climatic variability (i.e. dry and wet years) with higher forage production in wet compared to dry years. Concerning grazing pressure, forage production did not differ between grazing intensities under dry periods, while for wet periods production was higher under a high animal stocking rate than under low animal stocking rate.

Root production likewise depended on climatic variability under both grazing practices. Grazing pressure, however, affected root production only under continuous grazing practices; low grazing provided a higher BNPP compared to high grazing pressure. Accordingly, annual above and below-ground production had similar response to wet and dry years, while grazing intensities and practices had stronger effects in wet years and under continuous grazing practices than rotational grazing, notably for BNPP. These differences in BNPP under continuous grazing may explain differences in the amount of C sequestered with respect to climate variability and animal stocking rate in this paddocks.

- ✓ **Récupération d'une prairie permanente à un extrême climatique induit par l'enrichissement en CO₂ de l'air.** *Catherine Picon-Cochard, Marine Zwicke, Angela Augusti, Marie-Lise Benot, Jacques Roy, Damien Landais, Florence Volaire, Jean-François Soussana [contact: Catherine Picon-Cochard, INRA, UREP, 5 Chemin de Beaulieu, 63000 Clermont Ferrand]*

Les évènements climatiques extrêmes devraient être plus fréquents et intenses dans le futur et devraient se produire dans un contexte climatique différent du climat actuel. Comprendre la capacité des écosystèmes, tels que les prairies, à résister et à récupérer à ces extrêmes est un enjeu important pour l'agriculture mais aussi pour leurs services écologiques rendus aux activités humaines. Dans l'Ecotron européen de Montpellier, nous avons étudié la réponse de blocs intacts de prairie (48 monolithes de 1m², 60 cm de profondeur) prélevés dans une prairie de moyenne montagne située en Auvergne. La première année la prairie a été acclimatée à des conditions climatiques moyennes proches d'un climat prédit à l'horizon 2050 (+ 4 °C and - 56 mm de précipitations estivales). La deuxième année, le même climat a été maintenu pour l'ensemble des monolithes mais pour la moitié d'entre eux un évènement extrême climatique estival a été imposé (50 % de réduction des précipitations pendant un mois, puis pendant deux semaines absence de précipitations combiné à un réchauffement de l'air de 3,4 °C). Un traitement CO₂ (520 vs 380 μmol mol⁻¹) a été croisé avec le traitement climatique. Les flux nets de l'écosystème ont été mesurés en continu au cours de la deuxième année. Durant la sécheresse et la canicule, l'enrichissement en CO₂ atmosphérique a ralenti les effets négatifs du stress hydrique et thermique tout en maintenant les fonctions physiologiques de la communauté végétale. Il a stimulé la croissance des racines, leur permettant d'accéder à plus d'eau et de nutriments dans le sol, ce qui a accéléré la repousse de la prairie dès la fin de l'extrême climatique. De plus, l'augmentation du CO₂ atmosphérique a entièrement compensé les impacts négatifs de la sécheresse et de la canicule sur l'assimilation nette de carbone par la prairie. Cette étude

montre l'importance de considérer l'ensemble des interactions dans l'étude des impacts du changement climatique sur les écosystèmes et doit permettre de mieux calibrer les modèles.

✓ **Les fructanes, molécules-clé pour la résistance des graminées fourragères au stress hydrique et au changement climatique.** *Annette Morvan-Bertrand, Catherine Picon-Cochard, Marine Zwicke, Florence Volaire, Marie-Pascale Prud'homme [contact: Annette Morvan-Bertrand Normandie Univ, UNICAEN, INRA, EVA, Caen, France]*

Les fructanes sont des polymères solubles de fructose qui représentent la forme principale de réserves glucidique chez les Poacées et Astéracées des prairies tempérées [1; 2]. Ils contribuent aussi à la résistance à la sécheresse en particulier grâce à leur effet positif sur la stabilité des membranes [3]. L'étude d'une gamme d'espèces prairiales (*Taraxacum officinale*, *Dactylis glomerata*, *D. glomerata* cv Medly, *Trisetum flavescens*, *Poa pratensis*, *Festuca arundinacea*, *Poa trivialis*, *Holcus lanatus*) soumis à une sécheresse sévère nous a indiqué que les teneurs en fructanes et saccharose sont stables ou augmentent pendant la sécheresse chez les populations les plus résistantes alors que les espèces les plus sensibles accumulent du saccharose et mobilisent les fructanes. En considérant l'ensemble des populations, une corrélation positive entre la stabilité membranaire et la teneur en fructanes dans les méristèmes foliaires et les racines a été mise en évidence [4]. Dans le contexte du changement climatique, nous avons par ailleurs examiné le lien entre le métabolisme des fructanes et la résistance à un stress sévère (vague de chaleur et de sécheresse estivales) chez deux de ces espèces (*D. glomerata* et *H. lanatus*). Les plantes ont été prélevées sur des monolithes de prairies soumis à des traitements climatiques : climat actuel vs climat prédit à l'horizon 2050 couplé à une vague de chaleur et sécheresse estivales (stress) croisé à une modification de la [CO₂]atm (520 vs 380 ppm) [5]. La croissance foliaire de *D. glomerata* a été 3 à 5 fois plus élevée que celle d'*H. lanatus* pendant le stress. L'élévation de la [CO₂]atm n'a pas limité l'effet du stress sur la mortalité d'*H. lanatus* mais a par contre favorisé la récupération de *D. glomerata*. Chez *D. glomerata*, l'accumulation de fructanes pendant le stress est associée à une dépolymérisation des fructanes de DP élevé. Au contraire, chez *H. lanatus*, les fructanes s'accumulent peu et la proportion de fructanes de DP élevé augmente pendant le stress avec un effet plus prononcé sous une [CO₂]atm élevée. Chez *D. glomerata*, l'accumulation de fructanes associée à la dé-polymérisation des fructanes DP élevés a pu contribuer à protéger les membranes pendant la déshydratation puis à soutenir la récupération. La variabilité inter-spécifique des caractéristiques du métabolisme glucidique pourrait ainsi moduler la réponse de la communauté végétale au changement climatique.

✓ **Etude de l'impact du pâturage sur l'hétérogénéité spatiale d'un écosystème prairial.** *Geoffrey Zanin, Juliette Bloor, Katja Klumpp, Olivier Darsonville [contact: Geoffrey Zanin, INRA, UREP, 5 Ch de Beaulieu, 63000 Clermont Ferrand*

En prairie pâturée, le comportement des animaux et la variabilité spatio-temporelle de leurs activités se traduisent par une répartition non-homogène de la défoliation et des apports en nutriments (via les restitutions animales) au sein de la parcelle. Différentes pressions de pâturage impliquent différentes réponses de l'écosystème, notamment sur un ensemble de variables correspondant aux propriétés physico-chimique du sol (service de stockage de C) et aux caractéristiques de la végétation (service de production). Cependant, il existe peu de références sur l'impact des modalités de pâturage sur les motifs spatiaux et la variabilité intra-parcelle de ces derniers. Nous avons étudié l'impact d'une intensification des pratiques d'élevage sur l'hétérogénéité spatiale du sol et de la végétation au sein de prairies pâturées. Des mesures spatialisées ont été conduites sur deux parcelles de prairie permanente du SOERE-ACBB-Laqueuille (forte et faible chargement animal, avec ou sans fertilisation), située en moyenne montagne en Auvergne. Des grilles de mesures de 30m x 20m (207 points par grille, distances de 25cm-2.5m) ont été utilisées pour évaluer la variabilité spatiale à l'échelle fine; nous avons également étudié la variabilité à une échelle spatiale plus large avec des grilles de 110m x 90m (60 points par grille, distance 15m). Les résultats montrent que la distribution spatiale de certaines variables (hauteur d'herbe, composition floristique ou encore stock de carbone) est dépendante de l'intensité du pâturage. L'intensification diminue la taille des patchs de végétation et réduit la dépendance spatiale des variables plante/sol, ce qui favorise

l'homogénéité au sein de la parcelle. L'analyse de l'hétérogénéité spatiale semble une piste prometteuse pour mieux comprendre les interactions plantes/sol et améliorer la prédiction du fonctionnement de la parcelle dans un environnement changeant.

- ✓ **Impact des pratiques de gestion sur la qualité de fourrage et la décomposabilité des litières dans des parcours méditerranéens du sud de la France.** *Elena Kazakou, Iris Bumb, Jules Segrestin, et Eric Garnier [contact: Elena Kazakou, UMR Cefe 1919 route de Mende 34293 Montpellier]*

Les prairies permanentes, riches en espèces, sont porteuses de services écologiques et agronomiques tels que l'approvisionnement en fourrages (quantité et la qualité de la biomasse) ou encore la régulation des cycles biogéochimiques (en partie via la dégradation de la matière organique). Le but de cette thèse est de comprendre les liens qui existent entre la digestibilité, une mesure de la quantité d'énergie disponible dans la végétation pour les herbivores, et sa décomposition estimée par la décomposabilité de la litière. Nous avons fait les hypothèses suivantes : (i) les pratiques de gestion affectent la structure fonctionnelle, et en conséquence la qualité de l'herbage, de la litière produite et ainsi, sa vitesse de décomposition ; (ii) la digestibilité et la décomposabilité peuvent être estimée par la mesure d'un même trait fonctionnel. Les prairies permanentes du domaine de La Fage situées sur le Causse du Larzac ont été étudiées pour répondre à cet objectif. Nos résultats montrent que les pratiques de gestion ont entraîné un remplacement d'espèces, ayant affecté la digestibilité de l'herbage et la décomposabilité des litières de différents organes mesurées sur une large gamme d'espèces : la digestibilité et décomposabilité des parcours pâturés et fertilisés étaient plus fortes que celles des parcours uniquement pâturés. Une relation positive entre digestibilité et décomposabilité a été mise en évidence pour les feuilles et les tiges, et dans les deux types de parcours. Cette relation, fortement dépendante de la teneur en fibres des organes, peut être appréhendée la teneur en matière sèche des tissus mais aussi par des traits liés à la résistance à la fracture et l'étirement des feuilles. Plus la teneur en tissus structuraux est importante, plus la digestibilité de l'herbage est faible pour les grands herbivores ce qui induit une faible décomposabilité par la microfaune du sol.

Session 2

La gestion des ressources en contexte de fortes variabilités et incertitudes : des organisations de territoires à celles des troupeaux et couverts (org. SELMET)

Session 2-A : Organisation des ressources alimentaires et changement climatique

- ✓ **Vul'Clim, une plateforme permettant d'investiguer les options d'adaptation et de mitigation à divers échelle. Application au modèle PaSim ».** K. Klumpp, U. Eza, G. Bellocchi, P. Carrère, V. Blanfort, R. Martin [contact: Katja Klumpp, INRA, UREP, 5 Chemin de Beaulieu, 63000 Clermont Ferrand]

Vul'Clim est une plateforme développée dans le cadre du projet éponyme, issue d'une Bourse Recherche Filière de la région Auvergne, et soutenu par le Fonds européen de développement régional (Février 2014-Septembre 2015). Ce projet a pour but de développer des analyses de vulnérabilité au changement climatique à l'échelle régionale en se basant sur une approche modélisation. Son objectif principal est donc la création d'une plate-forme informatique pour l'évaluation de la vulnérabilité des prairies. Cette dernière, déployée sur un serveur de calcul, permet d'intégrer n'importe quel modèle dont l'exécutable est fonctionnel sur un environnement Linux et qui ne nécessite pas de flux d'informations au cours de son exécution. La plateforme se charge en outre de mettre en forme les données d'entrées, ce qui peut comprendre des changements d'échelles ou des calculs via des variables auxiliaires en cas d'estimation de paramètres, de sélectionner la zone géographique cible des simulations et bien sûr de les lancer. La plateforme intègre aussi d'autres outils tels qu'un outil de visionnage des résultats, un permettant de combler les trous des séries de données climatiques ou encore un autre permettant le calcul d'indices de vulnérabilité. Le modèle mécaniste et biogéochimique PaSim (Pasture simulation model) est intégrée au sein de la plate-forme et permettra de présenter des premiers résultats. Enfin des perspectives d'améliorations de la plateforme ainsi que l'intégration d'une version de PaSim permettant la simulation de prairie en contexte tropicale seront abordées.

- ✓ **Utilisation d'un jeu de plateau pour évaluer la vulnérabilité au changement climatique d'élevages laitiers** Duru M, Bize N, Bouttes M, Martin G, Martin Clouaire R [contact: DURU Michel. INRA, UMR1248 AGIR, 24 chemin de Borde Rouge BP52627 31326 Castanet]

Les systèmes d'élevage sont plus ou moins vulnérables au changement climatique (CC). Nous faisons l'hypothèse que la nature et l'amplitude des adaptations nécessaires pour alimenter un troupeau avec le climat futur dépend de la diversité des ressources (Martin et Magne 2015), du niveau d'intensification de l'élevage (White et al., 2010) et de l'insertion sociale des éleveurs dans les réseaux (Dowd et al., 2014).

Nous avons utilisé la méthode Farmore (Sautier et al. 2017), elle-même fondée sur le Rami Fourrager® (Martin et al 2011), un jeu de plateau conçu pour être utilisé en ateliers par des éleveurs afin d'adapter leur système à un changement de contexte. L'étude a été faite avec deux groupes de 3 éleveurs ; l'exploitation d'un éleveur de chaque groupe ayant été prise comme modèle d'étude. Le premier groupe correspond à des élevages laitiers conventionnels intensifs (système type maïs-soja avec des performances zootechniques élevées) ; le second à des élevages bio pour lesquels l'alimentation des vaches est basée sur l'herbe, les méteils et une recherche d'autonomie en protéines. Afin de caractériser l'exposition des élevages au CC, une typologie des années climatiques du passé et du futur a été construite pour des systèmes d'alimentation basés sur l'herbe (Sautier et al 2013) et le maïs ensilage. Ensuite, l'évaluation de la vulnérabilité a été faite en 3 ateliers (Sautier et al 2017) : (1) utilisation du Rami Fourrager® pour que les participants prennent possession du jeu, reproduisent le système existant, et conçoivent des adaptations pour un climat moyen du futur connu a priori ; (2) conception des adaptations pour deux années type du futur connues a priori ; (3) test de la robustesse du système conçu pour un autre type d'année dont les caractéristiques sont dévoilées par séquence de 4 semaines de façon à se rapprocher des conditions réelles. Entre les ateliers 2 et 3, des simulations ont été faites au bureau pour les autres types d'années

identifiées, et les résultats ont été présentés lors de l'atelier 3. De l'ensemble des ateliers, il ressort que les élevages conventionnels sont très vulnérables au changement climatique, surtout du fait d'une réduction en moyenne des rendements en ensilage de maïs non irrigué), ce qui empêche de disposer de ressources fourragères en quantité suffisante pour maintenir des performances zootechniques élevées. Les adaptations testées ont consisté à remplacer une partie du maïs par de la luzerne et à réduire les niveaux de production des vaches et/ou leur nombre. Les systèmes bio sont moins vulnérables ; les adaptations correspondent à des révisions des équilibres stock/pâturage et à une augmentation de la part des légumineuses.

Il ressort de cette étude qu'il suffit d'adaptations incrémentales pour l'exploitation bio alors que des adaptations de rupture ont été nécessaires pour l'exploitation conventionnelle (Darnhofer 2015). Pour les éleveurs bio, les adaptations ont donc consisté à mieux exploiter les ressources existantes, alors que pour l'autre élevage, les éleveurs ont été amenés à explorer des voies d'adaptation reposant sur d'autres ressources (Maletic et al 2014). Le fait que les systèmes les plus diversifiés aient nécessité moins d'adaptations est cohérent avec le fait que les systèmes agroécologiques soient plus résilients (Altieri et al 2015). Au cours des ateliers, il est aussi apparu que les agriculteurs bio ayant participé à ce travail avaient une tradition d'échange et d'apprentissage mutuel plus grande que les éleveurs du premier groupe, ce qui rendait leur système moins vulnérable.

- ✓ **Reconsidérer les rôles agronomiques de l'élevage dans la contribution à l'adaptation et l'atténuation du changement climatique. L'exemple emblématique de l'Amazonie française (la Guyane).** V Blanfort, K Klumpp, S Fontaine, C Picon Cochard, B Burban, O Darsonville, Ph Lecomte, C Stahl [contact: Vincent Blanfort, CIRAD / UMR Selmet Campus international de Baillarguet - TA C-112/ - 34398 Montpellier Cedex 5]

Les systèmes d'élevage (SE) au Nord comme au Sud font partie des acteurs majeurs du changement climatique en tant que composante clé de l'agriculture, leurs rôles dans l'adaptation au changement climatique et son atténuation sont à la mesure de ce positionnement. A ce titre, les systèmes herbagers capables de stocker le carbone (C) dans les sols apparaissent comme des puits de C potentiels significatifs mais encore insuffisamment pris en compte. L'enjeu consiste à considérer l'élevage de ruminants comme une activité capable de produire des protéines de qualité dans des schémas de production renouvelés conciliant productivité, adaptation et atténuation vis-à-vis du changement climatique. Un important chantier est à concevoir pour établir les référentiels d'une démarche d'accompagnement et d'évaluation de ce secteur agricole dans les pays du sud et dans certaines collectivités françaises d'outre-mer comme la Guyane du fait d'un contexte écologique spécifique (zone tropicale) et de données encore insuffisantes.

Les recherches en cours en Guyane sur le dispositif CARPAGG co-gérés par le Cirad et l'Inra (Carbone des Pâturages de Guyane et GES) montrent notamment que les prairies issues de déforestation fonctionnent comme des écosystèmes stockeurs de C à condition de les pérenniser sur plusieurs décennies. Un dispositif de mesure original combinant des mesures de flux par eddy covariance et l'étude des stocks de carbone du sol (1m) le long d'une chrono-séquence indiquent des niveaux de stockage de $1,8 \pm 0,5$ tC/ha/an et $5,3 \pm 2,1$ tC/ha/an (Clément et al., 2016). Les références obtenues sont mobilisées depuis 2014 par la mise au point de méthodologies pour l'établissement de bilans carbone en exploitation d'élevage bovin. L'adaptation en cours de l'outil ACCT-DOM® (AgriClimate Change Tool) dérivé de l'outil Dia'terre® (méthodologie Planète SOLAGRO) a permis d'établir pour 2013, les consommations énergétiques moyennes (1300 GJ.an-1) et les émissions GES (985 teqCO2.an-1) pour 8 élevages bovin viande. La tropicalisation des modèles de prédiction GES aux échelles parcelles (Pasim) et exploitation (FarmSim) est également en cours. Des perspectives d'évolution vers des systèmes de production à plus faibles impacts et intégrant des SE apparaissent ainsi hautement envisageables pour les systèmes herbagers des tropiques humides. Ces recherches contribuent également à la mise en place d'outils d'aide à la décision dans le

cadre des questions climat et aménagement du territoire guyanais en lien avec l'Observatoire du Carbone de GEC (Guyane Energie Climat).

- ✓ **La mobilité des systèmes d'élevage ovins utilisateurs d'une grande variété de ressources pâturées en Provence : impacts sur le bilan énergétique et les émissions de méthane.** LASSEUR J., BENOIT M., VIGAN A., EUGENE M., MOUILLOT F., MANSART L, GARDE L, GIRARD N., VIGNE M, LECOMTE P., DUTILLY C. [contact: LASSEUR J. INRA-UMR SELMET, 2 place Viala, F-34060 Montpellier, France)

L'adaptation des activités d'élevage et l'atténuation au changement climatique sont des enjeux. En élevage ovin méditerranéen, l'accroissement de la mobilité des troupeaux et de l'usage des parcours sont des adaptations des dernières décennies. Nous simulons trois systèmes archétypiques de ces dynamiques (sédentaire [S], simple transhumant [ST], double transhumant [DT]) en combinant estimations des émissions de méthane entérique, séquestration du carbone des parcours et fonctionnement de l'élevage. La mobilité et la contribution de ressources pâturées sur milieux naturels, en limitant les intrants, permet de développer des systèmes efficaces. Le couplage entre des simulations d'émissions directes et de l'incidence du pâturage sur le cycle du carbone permet d'évaluer le potentiel d'atténuation de l'activité. Sur un plan méthodologique ces premiers résultats soulignent l'intérêt à considérer conjointement émission et séquestration, la nécessité de coupler plus étroitement l'analyse des fonctionnements des systèmes d'élevage et des systèmes écologiques des milieux pâturés.

Key-note par Fred D. Provenza (PR emeritus, Utah State University, Department of Wildland Resources, Logan, UT 84322-5230, USA) & Michel Meuret (Inra Selmet) The Notion of "Grazing Resource" Revisited: Considering Habits and Skills of Herds and Farmers (visio-conference en direct des USA)

Relationship among plants and herbivores are dynamic, mainly because plants are biochemically diverse and herbivores learn to forage. Herbivores learn which plants to eat, which to avoid, and how to mix their diets through experiences with mother in utero and early in life. They learn to select forages that complement one another biochemically, which improves appetite, growth, and health. They even learn to select forages in sequences that complement one another: an appetizer of bitterbrush (high in tannins) enables sheep to eat more sagebrush (high in terpenes), while an appetizer of birdsfoot trefoil (high in tannins) enables sheep and cattle to eat more endophyte-infected tall fescue (high in alkaloids). Historically, people used continuous grazing/set stocking to "manage" relationships among plants and herbivores. More recently, farmers and ranchers have turned to management-intensive and short-duration grazing, mostly relying on electric fences, as a way to intensify grazing management to benefit soil and plant resources. Rather than relying on fences as "livestock-sitters," farmers and ranchers can create new and complimentary "grazing resources" through close herding, which is a nuanced way to rekindle our relationships with livestock and landscapes.

Session 2-B : Alimenter les troupeaux à partir de ressources variées

- ✓ **Quels leviers pour aboutir à des solutions « gagnant-gagnant » dans les territoires d'élevage herbagers ?** *Bertrand DUMONT, Julie Ryschawy, Michel Duru, Pierre Dupraz, Marc Benoit, Luc Delaby, Olivier Huguenin-Elie, Katja Klumpp, Servane Lemauviel-Lavenant, Dominique Vollet & Rodolphe Sabatier [contact: Bertrand DUMONT, UMR Herbivores, Theix, 63122 Saint-Genès-Champanelle*

Cette proposition émane d'un collectif interdisciplinaire mobilisé dans le cadre d'une expertise scientifique collective réalisée par l'INRA sur les « rôles, impacts et services issus des élevages en Europe ». Au-delà d'une synthèse exhaustive de la littérature, cette expertise a conduit à deux productions originales :

- Une cartographie des principaux territoires d'élevage européens selon les densités animales et la part de « l'herbe » dans l'alimentation des animaux d'élevage,
- Un cadre d'analyse sous forme d'une « grange » afin de représenter et d'analyser les synergies, antagonismes et compromis à mettre en œuvre pour assurer une meilleure durabilité de l'élevage selon les territoires.

Ici, nous nous proposons de présenter ce cadre d'analyse et de le décliner dans quatre territoires le long d'un gradient de densités animales : la Bretagne, l'Irlande, les zones AOP du Massif central et les systèmes transhumants de Méditerranée. Nous discutons ensuite des leviers à mettre en œuvre selon les territoires pour aboutir à des solutions « gagnant-gagnant » conciliant les performances productives et environnementales des systèmes d'élevage. A l'échelle du système, il s'agit i) de préserver des prairies riches en légumineuses et en diverses, ii) de conserver les infrastructures agro-écologiques et iii) de repenser la gestion du troupeau en lien avec la pousse de l'herbe. A l'échelle du territoire, les principaux enjeux concernent i) le maintien et le développement de filières de qualité, ii) le développement de cercles d'information et de lieux d'apprentissage, et iii) la préservation des organisations paysagères complexes assurant la connectivité des milieux.

- ✓ **Variabilité des ressources et impacts sur les SE rendus par les systèmes pastoraux en zone subsaharienne.** *A.Ickowicz, C.Corniaux, H.Assouma, P.Lecomte, J.Vayssières, V.Blanfort, M.Bernoux, O.Bocoum, A.Bakhom, G.Balent, D.Shereen, Decruyenaere V. [contact: A.Ickowicz, CIRAD / UMR Selmel Campus international de Baillarguet - TA C-112/ - 34398 Montpellier Cedex 5]*

Dans les zones semi-arides du Sahel (200-400mm pluies/an), l'élevage pastoral mobile est l'activité agricole dominante en raison des conditions climatiques et agro-écologiques qui sont marquées par une forte variabilité et incertitude sur la pluviosité et les ressources qui en dépendent. L'accroissement moyen continu de cette activité au cours des dernières décennies malgré des périodes de crises de sécheresse sévères, pose la question de la durabilité de cette activité et des écosystèmes de parcours pastoraux peu productifs qui la soutiennent. L'exploitation de cet espace pastoral basé sur la gestion de ressources collectives (parcours, eaux de surfaces) et son aménagement sous forme de points d'eaux permanents modernes est fortement structuré par les pratiques des pasteurs (campements, points d'eau saisonniers, mobilité). Ainsi, la pression exercée par le bétail sur l'espace est fortement liée à cette structuration et nous avons cherché à évaluer l'impact de cette activité pastorale sur les écosystèmes à travers l'évaluation de services éco-systémiques de régulation et d'approvisionnement. Les résultats encore partiels montrent l'impact de l'hétérogénéité spatiale et temporelle des ressources sur les caractéristiques des systèmes fourragers, des régimes alimentaires et des performances des troupeaux pastoraux sub-sahariens. Cela permet aussi d'estimer l'impact de ces aménagements, de la variabilité des ressources et des pratiques des pasteurs sur le fonctionnement et la durabilité de ces écosystèmes et d'approcher un bilan élargi des services écosystémiques liés à ces systèmes de vie et de production.

- ✓ **Transition des systèmes et territoires d'élevage en zone steppique algérienne et successions régressives des formations végétales de parcours.** Johann HUGHENIN, Rachid HAMMOUDA, Mohamed KANOUN, Charles-Henri MOULIN, Tasnim JEMAA, Lionel JULIEN, Jean-Marie CAPRON, Brahim BOUCHARÉD, Mohamed ACHERKOUK, Daniela NDJRAOUI [contact: Johann HUGHENI CIRAD / UMR Selmé Campus international de Baillarguet - TA C-112/ - 34398 Montpellier Cedex 5N]

L'altération de la végétation pastorale des steppes algériennes commence à être perçue au milieu du 20^{ème} siècle. Elle a été longtemps attribuée à la récurrence et sévérité des sécheresses. Des facteurs d'ordre anthropique, perturbant les couverts steppes ont commencé à être mentionnés dans les années 1970/80 : montée démographique, nouvel habitat, changement d'usage des terres et de conduite des troupeaux, forte élévation des cheptels, transformation socioculturelle, etc.

De multiples facteurs peuvent potentiellement jouer sur les dynamiques des végétations pastorales. Cette situation écosystémique s'avère complexe à saisir, les successions relèvent le plus souvent de conjugaisons/interactions multifactorielles systémiques et holistiques.

Notre questionnement porte sur les facteurs et leurs combinaisons pouvant induire des états différenciés de la végétation steppiques. Au vu de l'hétérogénéité de l'état des couverts des terres pastorales, nous avons relevé l'hypothèse de l'incidence élevée des modes d'usages sur la succession des formations végétales des territoires steppiques.

Les principaux résultats confirment, au niveau du territoire steppique d'importantes baisses des surfaces des terres de parcours naturels (baisse en trente ans de 25 % en Algérie à 75 % en Tunisie) conjuguées à des successions régressives des formations végétales (e.g. *Stipa tenacissima* L., puis *Lygeum spartum* L., puis *Stipagrostis pungens*). Dans un même terroir pastoral, les états des couverts des parcours, s'avèrent très hétérogènes. Cette diversité d'état apparaît principalement liée au mode d'usage du terrain (conduite de troupeaux, mise en cultures) conjugué avec un effet léger d'ordre édaphique. Dans un même terroir les perturbations météorologiques sont similaires (Gel, inondation, déficit hydrique). Cette diversité d'état floristique et de végétation montre deux situations extrêmes : i) des zones où le couvert connaît de nettes successions régressives des formations ; ii) des surfaces où les formations pastorales apparaissent plus stables. Des facteurs et paramètres expliquent ces différences.