

Contribution aux bilans d'émissions de GES de la mobilité de troupeaux ovin sur parcours méditerranéen

LASSEUR J. (1) , BENOIT M.(2), VIGAN A. (3), EUGENE M. (2), MOUILLOT F. (4), MANSARD L. (3), GARDE L.(5), GIRARD N. (6), VIGNE M.(3), LECOMTE P. (3), DUTILLY C. (3)

(1) INRA-UMR SELMET, 2 place Viala, F-34060 Montpellier, France;

(2) INRA-UMR1213 Herbivores 63122 St Genès-Champagnelle, France;

(3) CIRAD-UMR SELMET, TA C/112 Baillarguet, F-34398 Montpellier, France;

(4) IRD, CEFE/CNRS, route de Mende, F-34000 Montpellier, France;

(5) CERPAM, 04100 Manosque, France;

(6) Chambre d'Agriculture des Hautes Alpes, 05000 Gap, France.

RESUME

L'adaptation des activités d'élevage et l'atténuation du 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. Les émissions de GES sont estimées respectivement à 33.86 ; 39.45 ; 33.75 eq. kg CO₂/kg carcasse pour les systèmes Sed, ST, DT. 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 de 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.

Evaluating the contributions of mobility and rangeland grazing on the contribution to GHG balance for sheep farming in the Mediterranean.

LASSEUR J. (1) , BENOIT M.(2), VIGAN A. (3), EUGENE M. (2), MOUILLOT F. (4), MANSARD L. (3), GARDE L.(5), GIRARD N. (6), VIGNE M.(3), LECOMTE P. (3), DUTILLY C. (3)

(1) INRA-UMR SELMET, 2 place Viala, F-34060 Montpellier, France

SUMMARY

Adaptation of farming activities and contribution to mitigation are at stake. In sheep livestock farming in the Mediterranean, increases in flock mobility and use of rangelands are adaptations of the last decades. We simulated three systems significant of these dynamics (sedentary S, single transhumance ST, double transhumance DT) while combining estimates concerning methane emissions, carbon sequestration on rangelands and whole farm model simulations. Mobility and rangeland food contribution, limiting inputs, contribute in defining efficient systems. Coupling estimates of direct emissions and simulation of relationship between grazing and carbon cycle in rangelands allows an estimation of the mitigation potential of the activity. On the methodological level, these results underline the importance in considering both emissions and sequestrations and the necessity of coupling the analysis of the functioning of farming systems and ecological systems of grazed areas.

INTRODUCTION

De nombreux travaux traitent des questions d'adaptation de l'élevage au changement climatique. Les perspectives d'évolution climatique régionale, la forte composante du pâturage dans les systèmes fourragers interrogent l'élevage méditerranéen sur ces modalités d'adaptation. Alors que cette activité est questionnée sur sa contribution aux émissions de GES, peu de travaux l'évaluent conjointement sous l'angle de l'adaptation et de l'atténuation au changement climatique. Notre analyse porte sur l'identification des principaux enjeux méthodologiques et les premiers résultats d'évaluation d'émission de GES et de contribution à la séquestration du carbone de trois systèmes d'élevage archétypiques des dynamiques majeures d'adaptation de l'élevage ovin en région Provence-Alpes-Côte-d'Azur (Vigan et al., soumis).

La relocalisation des sièges d'exploitation en zone de montagne, la spécialisation des exploitations qui s'accompagne de l'augmentation de la taille des troupeaux (Noury et Girard 2013) ainsi que la contribution réaffirmée des ressources pastorales à l'alimentation des troupeaux sont les traits majeurs de l'évolution de l'élevage ovin provençal des trois dernières décennies. Cette évolution a reposé sur une mobilité accrue des troupeaux à l'échelle

saisonnaire au travers de la généralisation de l'utilisation des pelouses d'altitude en été et d'un regain d'intérêt pour les transhumances hivernales en zone de plaine. Cette mobilité, renforçant la composante pastorale des systèmes d'élevage, apparaît alors comme une voie d'adaptation aux conditions d'exercice de l'activité permettant d'une part d'accroître la productivité du travail (Aubron et al, 2016), d'autre part intégrant de nouvelles modalités d'accès à des surfaces pastorales dans le cadre d'incitations agro-environnementales (Garde et al. 2014, Dupré et al. 2016). En tirant parti de contrastes géo-climatiques, la mobilité est aussi plus spécifiquement une modalité d'adaptation aux aléas climatiques (Dobremez et al, 2014 ; Martin et al. 2014). En limitant les achats d'aliments et la consommation d'énergie non renouvelable pour la production de fourrages, ces stratégies d'élevage sont aussi de nature à minimiser les émissions de GES et contribueraient donc à l'atténuation au changement climatique.

Pour analyser l'incidence de ces dynamiques d'adaptation sur les performances environnementales nous distinguons les exploitations selon trois niveaux de mobilité et de mobilisation de parcours (catégorie regroupant pelouses naturelles, landes et forêts) : (i) élevage sédentaire associant culture fourragère et pâturage de coproduits de cultures de vente, ii) élevage simple transhumant spécialisé pratiquant la

transhumance estivale sur pelouses alpines iii) élevage double transhumant spécialisé avec troupeau de grande taille pratiquant aussi la transhumance hivernale en plaine côtière. Nous retenons pour la présente analyse une exploitation de chacun de ces types pour lesquelles nous simulerons le fonctionnement de l'élevage et ses performances à partir de données reconstituées par enquêtes auprès des éleveurs.

1. MATERIEL ET METHODE

1.1 LES SPECIFICITES DE L'EVALUATION DES EMISSIONS DE GES POUR CES SYSTEMES :

La mobilité et l'usage d'espaces diversifiés pâturés hors des limites usuelles de l'exploitation agricole classique conduit à une forte diversité de combinaison d'usage de ressources et de modalités de production (saisonnalité, mise en reproduction, rations...) qui posent des questions méthodologiques spécifiques et supposent d'adapter et combiner les simulateurs usuellement utilisés à l'échelle de la ferme.

La grande diversité de milieux pâturés et des ressources fourragères non conventionnelles mobilisées sont mal renseignées dans les modèles usuels d'estimation des émissions de méthane entérique. Nous avons développé un outil spécifique DREEM (Mansart et al., in press) de recueil d'information visant par enquête à reconstituer des rations alimentaires des animaux et à estimer des émissions de méthane entérique selon leur composition (% de MO et digestibilité) et le niveau ingestion en lien avec les besoins énergétique estimés des animaux.

L'incidence des pratiques de pâturage sur les flux de carbone dans les sols et biomasses des parcours nécessite d'apporter une attention aux contributions du pâturage aux bilans d'émission/séquestration de ces espaces en intégrant les dynamiques écologiques induites par ce pâturage sur le moyen terme. Ceci suppose d'intégrer les dynamiques écologiques des milieux sous influence du pâturage à moyen terme et la caractérisation des cycles biogéochimiques de ces espaces pâturés sur le moyen et long terme. Trois scénarios de dynamiques végétales des milieux pâturés en lien aux intensités de pâturage ont été retenus à dire d'expert (pelouses à l'équilibre, conversion de pelouse en lande, conversion de pelouse en forêt). Le cycle du carbone a été modélisé à l'aide du modèle CASA (Field et al. 1995, Huang et al. 2012) qui simule les processus d'assimilation du carbone par la végétation et les flux liés à la décomposition de la matière organique. La production nette de l'écosystème et le stockage de carbone dans les feuilles, bois, racine litière et sols est estimé. Un module pâturage soustrait une partie du carbone au cycle de base et le redistribue entre respiration animale et litières. Un module de dynamique des milieux pâturés renseigne annuellement les changements de couverts végétaux sur une période centennale.

La combinaison de ces ressources et leurs spécificités d'usage ont été intégrées au simulateur de fonctionnement de systèmes d'élevage ovin Ostral (Benoit et Laignel, 2010) qui calcule les performances techniques, économiques et environnementales annuellement au périmètre de l'exploitation. Les données spécifiques issues des simulateurs DREEM (estimation des quantités d'aliment à produire et acheter, niveaux d'émission de méthane entérique) et CASA (niveaux de séquestration du carbone des parcours pâturés) sont intégrées comme variables d'entrée au simulateur Ostral. Ce simulateur permet d'élaborer le bilan GES des fermes basé sur les 3 gaz émis de façon directe ou indirecte (méthode Analyse en Cycle de Vie ; CH₄, N₂O et CO₂) et de prendre en compte, pour le calcul des émissions nettes, la séquestration du carbone dans les prairies (Benoit M. 1998).

1.2 CARACTERISTIQUES DES SYSTEMES ETUDIES

Le tableau 1 présente les principales caractéristiques des élevages étudiés. Les dimensionnements des systèmes sont très contrastés entre sédentaire et simple transhumant d'une part et double transhumant d'autre part. Nous notons aussi un contraste dans les taux de chargement moyen lié à la très faible proportion de surfaces fourragères cultivées pour l'élevage double transhumant. La productivité passant de 17.1 à 12.8 kg carcasse par brebis respectivement pour les systèmes SED et DT est entre autre à mettre en relation avec les choix de conduite d'élevage et génotype utilisé pour le système DT. La forte autonomie alimentaire (part des besoins du troupeau issus de l'exploitation) constitue une caractéristique partagée de ces systèmes.

Tableau 1 : principales caractéristiques des systèmes étudiés sédentaire (SED); simple transhumant (S.T.) et double transhumant (D.T.)

Type de système	Sed.	S. T.	D. T.
Taille du troupeau	223	243	1904
Pds vif brebis (kg)	60	60	50
Productivité (agx/br.)	1.20	1.01	0.92
Prolificité (%)	137	113	110
Production carcasse (kg)	17.1	14.2	12.8
Chargement (UGB/ Ha)	0.16	0.15	0.07
Surf. Totale utilisée (ha)	236	251	4539
Prairie (ha)	30	30	115
Parcours (ha)	179	221	4
			394
Ingest.(kg MS/breb/an)	567	546	517
Concentré (kg/breb/an)	45	41	0
Autosuffisance (%)	99	91	100

2. RESULTATS

2.1 ESTIMATION DES EMISSIONS DIRECTES

Le tableau 2 présente les performances environnementales calculées pour les trois systèmes. Les performances sont ramenées au kilo de carcasse produit, seule information disponible compte tenu des modes de rémunération en usage dans cette filière. Le système DT se distingue par son très faible niveau de consommation en énergie non renouvelable lié à la très faible contribution de fourrages cultivés et de concentrés à l'alimentation du troupeau. La faible quantité d'engrais (peu de prairies) et le pâturage quasi exclusif (pas de bergerie et de fumier produit) limitent les émissions de N₂O.. Aussi les niveaux d'émission de CO₂ sont-ils globalement faibles, le méthane étant la source majoritaire des émissions (80% des équivalent CO₂émis). Les estimations de méthane entérique par brebis fluctuent peu entre ces systèmes. L'estimation d'une moindre émission pour le système DT est à mettre en relation avec l'estimation des quantités ingérées (tableau 1). Globalement les émissions estimées pour le système DT ramenées aux quantités de viande produite sont proche des estimations concernant le système SED qui compense des émissions par brebis supérieures par une productivité animale plus élevée. La marge semble toutefois étroite comme en attestent les performances du système ST qui ne compense pas par une productivité accrue le recours à des niveaux d'aliments concentrés équivalent au système SED. Le système ST présente en effet des niveaux d'émissions supérieurs (39.45 kg eq CO₂/ Kg carc.) comparable aux estimations réalisées sur des systèmes herbagers plus productif du massif central : 34.5 kg. pour Benoit et al (2010) avec toutefois des niveaux de distribution d'aliment concentré bien moindre.

Tableau 2 : performances environnementales des trois systèmes d'élevage simulés.

Type de système	sed	ST	DT
Energie consommée			
MJ cons/kg carc.	82	76	31
Emissions GES			
Eq kg CO ₂ /kg carc	33.9	39.5	33.8
kg CO ₂ /kg carc	5.2	5.4	1.9
kg CH ₄ /kg carc.	0.87	1.13	1.01
kg N ₂ O/kg carc.	0.02	0.02	0.015
Prop. CH ₄ (%)	64	72	80
kg CH ₄ /brebis/an	10.8	10.4	9.72
	1	0	

2.2. CONTRIBUTION DU PATURAGE A LA SEQUESTRATION DU CARBONE ET BILAN EMISSION-SEQUESTRATION.

La modélisation des interactions entre pâturage et cycle du carbone dans les milieux non cultivés s'est appuyée sur trois scénarios de dynamiques des couverts végétaux en lien aux pratiques de pâturage. Le premier scénario AC_0 est une référence sans pâturage et conversion de la pelouse en forêt. Le scénario AC_1 est un scénario de pâturage avec pression de pâturage importante (prélèvement de 70 g C/m²/an) maintenant la pelouse sur la durée de la simulation. Le scénario AC_2 intermédiaire en terme de pression de pâturage (45 g C/m²/an) est accompagné de broyage régulier des ligneux au stade lande fermée avec restitution au sol. Pour un état initial de pelouse « à l'équilibre » les trois scénarios sont appliqués sur une durée de cent an et permettent d'évaluer les quantités de carbone stocké dans les sols (g C/m²/an). La simulation est réalisée sur 100 ans, elle montre un différentiel de stockage de carbone dans un sol superficiel (capacité au champs de 140 mm) entre le scénario afforestation (993 Kg C/ha.an) et les deux autres (37 kg C/ha.an pour AC_1, 53 kg C/ha.an pour AC_2). Les espaces pâturés des systèmes étudiés ont été soumis à dire d'expert, selon leurs modalités d'usage, à l'un ou l'autre des scénarios de pâturage.

La figure 1a et 1b présentent respectivement les bilans d'émission brute et de séquestration des trois systèmes. Les calculs de séquestration sur parcours sont simulés par CASA, ceux des espaces cultivés par Ostral Pour les prairies permanentes, nous retenons la valeur de 570 kg C/ha/an (Dollé, 2015), et pour les surfaces labourées (Prairies temporaires, céréales), nous appliquons les équations d'Arrouays et al. (2002) prenant en compte la durée d'implantation des prairies. Pour les systèmes ST et DT, importants utilisateurs d'espace, la séquestration sur les sols pâturés représentent respectivement 30 et 36 % des émissions brutes. Il s'agit donc, du point de vue de l'élevage, de valeurs tout à fait significatives. Ce rapport séquestrations/émissions brutes est estimé à 25.9 % pour un élevage ovin « moyen » français et 36.7 % pour un système herbager par GAC et al (2012). Ces auteurs annoncent des niveaux d'émission brutes de 12,9 kg EqCO₂/Kg vif pour la moyenne des élevages ovins Français et 8,5 kg EqCO₂/Kg vif pour la Nouvelle Zélande, soit respectivement environ 30 kg et 20 kg EqCO₂/Kg carc. Même si la méthodologie (ACV) est comparable à la nôtre, les outils de calculs, différents, peuvent amener des biais de comparaison à nos résultats.

Eq. CO₂ (Kg/Kg carcass.)

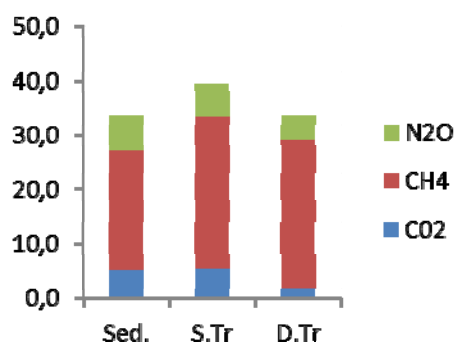


Figure 1a. : Estimation des émissions brutes de GES pour les trois systèmes étudiés.

Les faibles niveaux de séquestration par ha pour les espaces de parcours seraient compensés par le dimensionnement. Ces valeurs sont toutefois à relativiser si on retient comme base de calcul un différentiel entre le carbone stocké dans les sols des parcours pâturés et le carbone qui aurait pu être stocké pour un espace en conversion forestière compte tenu des forts différentiels de séquestration estimés entre ces milieux selon nos scénarios de dynamique végétale.

Eq.CO₂(Kg/Kg carcass)

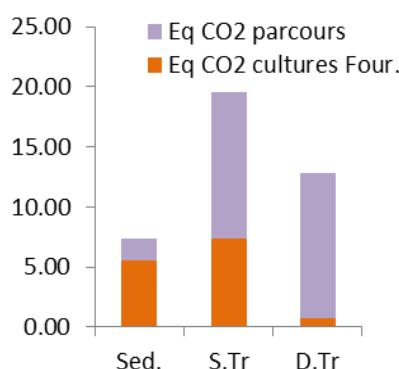


Figure 1b. estimation des séquestrations de GES pour les trois systèmes étudiés (les prairies naturelles sont incluses dans les cultures fourragères).

3. DISCUSSION – CONCLUSION

3.1. ENJEUX METHODOLOGIQUES LIES AU PATURAGE DE « MILIEUX NATURELS »

Cette analyse constitue une première approche d'intégration de modèles permettant d'évaluer les émissions de systèmes d'élevage pastoraux et la contribution de pratiques adaptatives telle que la mobilité et le niveau d'intégration d'espaces pastoraux dans l'alimentation des troupeaux. Sur un plan méthodologique ces premiers résultats soulignent l'intérêt à considérer conjointement émission et séquestration. En effet selon nos estimations les niveaux de carbone séquestrés dans les sols pâturés du fait des surfaces impliquées représenterait jusqu'à un tiers des émissions liées à l'élevage. Toutefois ces valeurs sont aussi à mettre en regard des usages alternatifs possibles de ces espaces et en particulier des perspectives de boisement. A cet égard nos simulations mettent en évidence selon nos scénarios un différentiel de séquestration important entre pelouses maintenues en l'état et développement d'une strate ligneuse par conversion forestière. De ce point de vue nos scénarios actuels sont sans doute trop caricaturaux et les résultats illustrent la nécessité de mieux considérer des scénarios sylvo-pastoraux associant pâturage et développement d'une strate forestière sur les parcours pâturés. Ceci illustre bien la nécessité pour évaluer ces formes d'élevage de coupler plus étroitement l'analyse des

fonctionnements des systèmes d'élevage et des systèmes écologiques des milieux pâturés pour une caractérisation plus précise des interactions entre pâturage et séquestration du carbone. Ils montrent l'intérêt à conduire ces études à l'échelle d'ensembles spatiaux dépassant le cadre usuel de l'exploitation agricole.

3.2. LA SPECIFICITE DES SYSTEMES PASTORAUX

Enfin, ces premiers résultats soulignent l'intérêt des systèmes pastoraux pour leurs performances en termes de consommation énergétique et niveaux d'émission carbonées. Ces résultats montrent en effet que l'adoption de systèmes pastoraux peut constituer une piste de limitation des émissions de carbone en élevage, alternative à l'option consistant à diluer les émissions par une recherche de productivité accrue. Cette dimension est ainsi à intégrer à l'analyse de ces systèmes en relation aux autres dimensions de multifonctionnalité qui leurs sont usuellement attribuées (contribution à la gestion de la biodiversité, contribution au maintien d'activités économiques en milieux difficiles et plus généralement fournitures de services autre que ceux de production). Ces systèmes présentent de fortes spécificités conditionnant leur maintien tant sur le plan technico économique (utilisation de races animales adaptées, transmission de savoirs faire spécifiques, valorisation des produits, ..) que social (intégration en lien à la mobilité des actifs agricoles, conflits d'usage sur les espaces pâturés) qui nécessitent de ne pas dissocier ces approches spécifiques sur une évaluation environnementale de l'analyse plus globale des conditions du maintien ou développement de ces formes d'activité.

Cette recherche a bénéficié du soutien du programme FP7 2007-2013 266018

Aubron C., Noel L., Lasseur J. 2016.. *Ecological economics*. 127. 68-79

Benoit M. 1998. INRA Prod. Anim. 11 (3), 199-209

Benoit M., Laignel G. 2010. Animal 4 (9), 1597-1605

Dobremez L., Nettié B., Legeard J.P., Caraguel B., Garde L., Vieux S., Lavorel S., Della Vedova M. 2014. Revue de Géographie Alpine. 102 (2)

Dollé, J.B., Faverdin, P., Agabriel, J., Sauvant, D., Klumpp, K., 2015. Fourrages 215, 181-191.

Dupré L., Sicard J., Lasseur J. 2016. Espaces et société. (A paraître)

Field C.B., Randerson J.T., Malmström C.M., 1995. Remote Sens Environ. 51, 74-88

Gac A., Ledgard S., Lorinquer E., Boyes M., Le gall A., 2012. 8^{ième} conf on LCA in the agri food sector. 306-310

Garde L., Dimanche M, Lasseur J. 2014. Revue de Géographie Alpine. 102 (2)

Huang C.Y., Asner G.P., Barger N.N. 2012. Ecol Model. 227, 87-92

Mansard L, Vigan A., Meuret M ; Lasseur J., Benoit M., Lecomte P. Eugène M. (In Press). Options Méditerranéenne. série A.

Martin R., Müller B., Linstadter A., Frank K., 2014. Global environ.Change 24, 183-192

Noury J.M, Girard N., 2013. L'agriculture alpine : tendances d'évolution entre 2000 et 2010

Vigan A., Lasseur J., Benoit M., Mouillot F., Eugène M., Mansard L., Vigne M., Lecomte P., Dutilly C. (soumis) Agriculture, Ecosystem, Environment.