

# Systèmes ovins agroécologiques en Ile de France : Evaluation de la contamination des brebis et de leurs fourrages par des micro-polluants et profilage en acides gras des fluides animaux

GRIMARD B. (1, 2), DERVILLY G. (3), JITARU P. (4), WOLGUST V. (1), ROGER R. (3), LARVOR F. (3), LE BOUILL T. (3), DAHIREL M. (1,2), MAZURAI C. (4), COUTURIER-TARRADE A. (1,2), ROUSSEAU-RALLIARD D. (1, 2)  
(1) UMR 1198 BREED, Université Paris Saclay, INRAE, Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort, UVSQ, F-94700 Maisons-Alfort  
(2) UMR 1198 BREED, Université Paris Saclay, INRAE, UVSQ, Domaine de Vilvert, F-78350 Jouy-en-Josas  
(3) Oniris, INRAE, LABERCA, F-44300 Nantes  
(4) ANSES, Laboratoire de Sécurité des Aliments, F-94701 Maisons-Alfort Cedex

## RESUME

L'étude avait pour objectif d'explorer les aspects bénéfiques/risques de systèmes ovins agroécologiques en développement en Ile de France. L'éco-pâturage urbain et la consommation de couverts semés en interculture de céréales permet d'augmenter la durée de pâturage des brebis ce qui peut améliorer la composition en acides gras des produits animaux mais peut présenter des risques de contamination par des micro-polluants actuellement peu évalués. La contamination par des contaminants chimiques (traces métalliques, résidus de produits phytosanitaires, hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), composés perfluorés (PFAS)) dans les fourrages et liquides biologiques (sérum, lait, urine des brebis) ainsi que la composition en acides gras des liquides biologiques ont été évaluées dans quatre élevages pratiquant l'éco-pâturage urbain et 3 élevages pratiquant le pâturage de dérobées en interculture de céréales sur 2 campagnes successives (10 animaux environ par élevage et par campagne). Les fourrages verts des milieux urbains contenaient plus de traces métalliques que les fourrages en interculture. Dans les liquides biologiques des traces de cadmium ont été détectées mais n'atteignaient la limite de détection que pour 6,5% des animaux. Du plomb a été détecté dans le sérum et le lait des brebis et atteignait les Limites Maximales de Résidus dans le lait de 2 élevages. Vingt Cinq résidus de produits phytosanitaires ont été retrouvés dans les fourrages, la somme des résidus n'étant pas différente entre les systèmes. Ces résidus ou leurs métabolites sont retrouvés dans les urines des brebis. Le pourcentage d'animaux positifs lors de la détection de produits phytosanitaires a été plus élevé dans les systèmes en interculture que dans les systèmes urbains. La somme des HAP quantifiés a été plus élevée dans les fourrages des systèmes urbains que dans les systèmes en interculture mais a présenté une variabilité importante. Ces HAP ont été retrouvés dans les urines des animaux avec une concentration plus élevée dans les systèmes urbains que dans les systèmes en interculture. Les concentrations étaient faibles pour la majorité des animaux. Une vingtaine de PFAS ont été recherchés et quantifiés dans les laits. Les niveaux observés étaient faibles, sans différence entre systèmes d'élevage. Les profils en acides gras dans le sérum et dans le lait ont été spécifiques de chaque système et ont été liés à l'intervalle entre le prélèvement et la rentrée du pâturage pour les systèmes en interculture. Un enrichissement du sérum et du lait en acides gras oméga 3 à chaîne longue a été observé dans les systèmes urbains (pâturage toute l'année) par rapport aux systèmes en interculture et parmi ces derniers le pâturage pendant la phase d'allaitement est plus favorable que l'alimentation en bergerie à base de fourrages conservés et de concentrés. En conclusion l'exposition interne des animaux est le reflet d'une pollution de l'environnement différente entre les milieux urbains et agricoles. Ces systèmes agroécologiques permettent d'augmenter la durée de pâturage des animaux et ont un effet bénéfique pour la santé humaine en termes de profil d'acides gras observés.

## Agroecological sheep systems in Ile de France: Assessment of contamination of ewes and their fodder by micro-pollutants and fatty acid profiling of animal fluids

GRIMARD B. (1, 2), DERVILLY G., (3) JITARU P. (4), WOLGUST V. (1), ROGER R. (3), LARVOR F. (3), LE BOUILL T. (3), DAHIREL M. (1,2), MAZURAI C. (4), COUTURIER-TARRADE A. (1,2), ROUSSEAU-RALLIARD D. (4)  
(1) UMR 1198 BREED, Université Paris Saclay, INRAE, Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort, UVSQ, F-94700 Maisons-Alfort

## INTRODUCTION

L'utilisation des ovins pour de l'éco-pâturage urbain se développe en Ile de France. Cette pratique permet une gestion écologique de l'entretien des bords de route, d'espaces urbains ou de terrains difficiles d'accès. Parallèlement, l'élevage ovin revient dans les zones céréalières : la pratique du pâturage de dérobées semées en intercultures de céréales par des brebis présente un intérêt agroécologique (Verret *et al.*, 2022). L'objectif de l'étude était d'explorer les aspect bénéfique (profil des acides gras (AG) dans les fluides animaux) / risque (présence de micro-polluants dans les fourrages et les fluides animaux) dans ces 2 systèmes ovins en développement peu évalués jusqu'ici.

## 1. MATERIEL ET METHODES

### 1.1 ELEVAGES

Sept élevages ont participé à l'étude, 4 en éco-pâturage et 3 en interculture tous situés en Ile de France. Les lots d'animaux ont pâture dans les départements 77, 78, 91 et 93. Ils ont été suivis sur 2 campagnes (2021-2022 et 2022-2023). Dans les systèmes urbains les animaux ont pâture toute l'année. Dans les systèmes en interculture les parcelles semées après les moissons ont été consommées entre fin septembre et mi-décembre à mi-janvier selon les élevages. Les éleveurs ont mis en place ce système depuis la campagne 2018-2019 (Verret *et al.*, 2022).

## 1.2 FOURRAGES

Des échantillons de fourrage ont été prélevés sur 26 parcelles, 6 en interculture, 20 en éco-pâturage urbain (plusieurs parcelles pâturées par les lots d'animaux chaque campagne).

## 1.3. LIQUIDES BIOLOGIQUES

Des échantillons de sang, de lait et d'urine ont été prélevés sur les brebis (5 à 12 animaux par élevage et par campagne, 153 échantillons de sérum, 103 échantillons de lait et 70 échantillons d'urine au total).

## 1.4. DOSAGES REALISEES

Le choix des micro-polluants à analyser s'est focalisé sur les substances susceptibles de discriminer les 2 systèmes. Les dosages de traces métalliques (As, Cd, Cr, Co, Mo, Ni, Pb), résidus de produits phytosanitaires (485 résidus recherchés), ont été réalisés respectivement aux laboratoires USRAVE de Bordeaux (spectromètre de masse à plasma à couplage inductif à multicollecteur (MC-ICP-MS)) et LABOCEA de Ploufragan (Chromatographie phase liquide et spectrophotométrie de masse (LC-MS), limite de détection 0,005 ppm Chromatographie phase gazeuse et spectrophotométrie de masse (GC-MS), limite de détection 0,002 ppm) sur les fourrages. Les dosages de HAP (n=20) dans les fourrages, de leurs métabolites hydroxylés (HAP-OH, n=20) dans les urines et dans le lait, les PFAS (n=24) dans le lait (LC/GC-MS, limite de détection ng/g ou ng/ml) ainsi que la détection des résidus de produits phytosanitaires dans les

Elevage	Nbre de brebis	Race	Période d'agnelage	Elevage des agneaux
Interculture 1	250	Ile de France	Fin Février-début mars	En bergerie
Interculture 2	300	Ile de France	Avril-mi-Mai	En bergerie
Interculture 3	200	Ile de France	Août-Septembre	Allaitement à l'herbe puis engraissement en bergerie
Urbain 1	70	Ouessant	Janvier-Mars	A l'herbe
Urbain 2	800	Ouessant	Pas de reproduction	
Urbain 3	200	Thônes et Marthod	Toute l'année	A l'herbe
Urbain 4	40	Bleu du Maine	Mars (2023 uniquement)	A l'herbe

Tableau 1 Caractéristiques des élevages inclus dans l'échantillon et conduite des lots suivis

## 2.2. MICRO-POLLUANTS DANS LES FOURRAGES

### 2.2.1. Traces métalliques

Les concentrations mesurées en traces métalliques ont été supérieures dans les fourrages des milieux urbains par rapport à ceux prélevés sur interculture : 4 fois plus importantes pour l'arsenic, le cadmium, le chrome, le cobalt et le nickel, 10 fois plus importante pour le plomb, 20 fois plus importante pour le molybdène (différence significative, test Mann Whitney). Aucun des fourrages n'a atteint les Limites maximales de résidus tolérées dans les fourrages (directive EU 2002/32/CE) pour l'arsenic (2 ppm) ou le cadmium (1 ppm) mais un échantillon fourrage a dépassé la limite tolérée pour le plomb (31 ppm > 30 ppm) en milieu urbain. Il n'y a pas de LMR dans les fourrages pour les autres métaux.

### 2.2.2. Résidus de produits phytosanitaires

Des résidus de produits phytosanitaires ont été identifiés dans tous les échantillons (médianes : 4 résidus identifiés, somme des résidus 0,035 ppm), pour certains interdits depuis de nombreuses années (anthraquinone, dinitrocrésol, chlorméphos par exemple). Il n'existe pas de LMR pour les résidus de produits phytosanitaires dans les fourrages. La somme des résidus n'a pas été différente entre fourrages prélevés en interculture ou en système urbain.

### 2.2.3. HAP

Parmi les 20 HAP mesurés dans les fourrages, 7 d'entre eux, parmi les plus « légers » (3 cycles aromatiques ou moins) ont été identifiés. Les concentrations associées à la somme de ces HAP ont été 2 à 5 fois plus élevées dans les échantillons prélevés en systèmes urbains qu'en interculture.

urines (GC Spectrophotométrie de masse haute résolution, analyses non ciblées non quantitatives, recherche de > 100 résidus) ont été réalisées par l'UMR LABERCA de Nantes. Les dosages de traces métalliques (Cd et Pb) dans le sérum et dans le lait ont été réalisés au laboratoire de sécurité des aliments de l'ANSES (spectrométrie de masse à plasma à couplage inductif en tandem (ICP-MS/MS)). Les limites de quantification étaient de 0,00025 mg/kg pour le Cd et de 0,0015 mg/kg pour le Pb dans les 2 liquides biologiques. Le profilage des acides gras (AG) dans le sérum et dans le lait a été réalisé dans l'UMR BREED de l'INRAE.

## 2. RESULTATS

### 2.1. CARACTERISTIQUES DES ELEVAGES

Les élevages en interculture avaient tous des troupeaux de brebis Ile de France conduites en race pure. Deux troupeaux urbains possédaient des brebis Ouessant, un des Bleues du Maine conduite en race pure et un des Thônes et Marthod croisées avec différentes races de béliers (Limousins, Charmois, Solognots). Les systèmes étaient assez variés avec des agneaux élevés majoritairement à l'herbe (Tableau 1). Parmi les élevages urbains, 2 vendaient leurs produits pour la consommation humaine (Urbain 3 et 4). L'âge moyen des brebis prélevées dans le cadre de l'étude a été de 3,88±0,19 années (moyenne ± se, données disponibles sur 151 animaux, minimum 1 an, maximum 11).

## 2.3. MICRO-POLLUANTS DANS LES LIQUIDES BIOLOGIQUES

### 2.3.1. Traces métalliques

Des traces de Cadmium ont été identifiées dans le sérum des animaux dans 3 élevages (1 en interculture et 2 en éco-pâturage). Les concentrations ont été inférieures à la limite de quantification dans tous les échantillons de lait. Des traces de Plomb ont été identifiées dans le sérum des brebis de 5 élevages (3 en interculture, 2 en éco-pâturage) et dans le lait des brebis pour tous les élevages ayant des lots de femelles en lactation. Le Plomb a atteint les LMR (règlement UE 1881/2006, 0,02 ppm) dans le lait de certains animaux dans 2 élevages (1 en interculture, 1 en éco-pâturage).

### 2.3.2. Résidus de produits phytosanitaires

Les traces de 33 pesticides ont été retrouvées dans les urines des animaux, pour certains dans 60 à 100% des animaux. La fréquence de détection (% d'animaux positifs pour une molécule) a été plus élevée dans les systèmes en interculture que dans les systèmes d'éco-pâturage urbains.

### 2.3.2. HAP

Les métabolites hydroxylés des 20 HAP recherchés ont été identifiés pour la plupart, dans les urines des brebis de tous les élevages, objectivant leur exposition à ces contaminants. Les concentrations mesurées sont toutefois de 2 à 10 fois supérieures dans les échantillons issus des systèmes d'éco-pâturage urbains comparativement aux systèmes en interculture. Les HAP ont également été recherchés dans les laits de brebis, les concentrations observées ont été

relativement faibles (pas de LMR dans le lait), sans différence de niveau entre les systèmes d'élevage étudiés.

### 2.3.3 Composés poly- et perfluorés

Les PFAS recherchés ont été identifiés pour la plupart et quantifiés dans les laits. Les niveaux mesurés ont néanmoins été faibles et sans différence entre les systèmes d'élevage étudiés. Il n'existe pas de LMR dans cette matrice.

### 2.3.4 Profilage des acides gras

Les profils en acides gras (AG) du sérum et du lait des brebis dépendent de la nature des végétaux qu'elles consomment (herbe pâturée, foin ou enrubbanné) et de la part de concentré dans leur alimentation.

Le sérum des brebis en interculture a été plus riche en acide alpha-linolénique (C18:3n-3, +24%) que celui des brebis en éco-pâturage mais plus faible en AG polyinsaturés à longue chaîne (DPA et DHA, -26%). La teneur en C18:3n-3 a été d'autant plus importante que les prélèvements ont été faits à proximité de la date de rentrée du pâturage (prélèvements respectivement le jour de la rentrée, pendant la lactation de brebis rentrée au moment de l'agnelage ou avant l'agnelage).. Les AG du sérum des brebis en éco-pâturage étaient plus saturé (+30%) et monoinsaturés (+30%) que ceux des brebis en interculture.

Les profils en AG des laits des brebis en interculture ou en éco-pâturage ont été très différents, et ont été liés à l'intervalle entre la rentrée et le prélèvement chez les brebis en interculture (prélèvements réalisés le jour de la rentrée, après 1 mois ou 1,5 mois de bergerie selon les systèmes). Les laits issus de l'éco-pâturage ont été plus pauvres en AG à courte chaîne (C10-12, -60%) et en acide palmitique (C16:0, -20%) mais plus riches en acide stéarique (C18:0, +70%) et AG monoinsaturés (+48%) que les laits d'interculture. Les laits des 2 systèmes sont pauvres en AG polyinsaturés (≈également répartis entre oméga 6 et oméga 3 dans les laits d'éco-pâturage et dont la teneur en oméga 3 a augmenté quand l'intervalle rentrée-prélèvement a diminué en interculture. En interculture, plus les brebis ont été prélevées à proximité de la rentrée, plus la teneur en C16:0 du lait a diminué tandis que celle du C18:0 a augmenté.

## 3. DISCUSSION

L'étude montre une contamination de l'environnement en divers contaminants ou résidus chimiques, en milieu urbain comme en milieu agricole. De surcroît, elle décrit pour des conditions d'élevage innovantes, l'exposition des animaux à divers types de composés (traces métalliques, résidus de produits phytosanitaires, HAP, PFAS). Pour certains, quels que soient les systèmes étudiés, les concentrations dans les liquides biologiques atteignent parfois les LMR lorsqu'elles existent.

Des résidus de produits phytosanitaires interdits depuis de nombreuses années ont également été identifiés dans les fourrages. Ceux-ci ont été sans rapport avec les produits utilisés sur les cultures précédentes en interculture. Ils peuvent donc provenir d'une contamination des sols, de l'eau ou avoir été transportés par voie aérienne (Prosulfocarbe par exemple). Dans les systèmes urbains ils peuvent résulter d'utilisation anciennes, certaines parcelles prélevées étaient situées sur des remblais. Les résidus de pesticides observés dans les urines des animaux sont plus nombreux que ceux observés dans les fourrages. Les brebis ont pu être contaminées en ingérant de la terre sur les pâtures, à partir d'autres aliments que les fourrages, par voie aérienne ou à partir de traitements antiparasitaires.

Si l'exposition accrue des animaux élevés en plein air aux contaminants chimiques était déjà documentée (Dervilly-Pinel

*et al.*, 2017), cette étude permet d'investiguer plus finement certains de ces modes d'élevage en caractérisant les profils et niveaux d'exposition spécifiques, permettant une première comparaison entre systèmes urbains et agricoles. De manière générale, les niveaux de contamination mesurés sont plus faibles en milieu agricole qu'en milieu urbain.

Aucun effet des niveaux d'exposition mesurés dans cette étude sur la santé des animaux n'a été observé. Cela tient sans doute à deux choses : ces niveaux sont relativement faibles d'une part et la durée de vie des animaux, courte, ne permet pas à la toxicité (symptômes neurologiques liés à l'exposition au plomb, effets perturbateur endocrinien ou cancérigène des HAP et pesticides) de provoquer des symptômes repérables par les éleveurs.

Les systèmes favorisant le pâturage (allongement de la durée de pâturage dans les systèmes en interculture, pâturage toute l'année dans les systèmes urbains) peuvent avoir un effet positif sur la teneur des produits animaux en acides gras oméga 3 bénéfiques pour la santé humaine même si les teneurs sont faibles au regard des apports recommandés chez l'homme.

## CONCLUSION

La contamination des fourrages verts par des micro-polluants est avérée dans les systèmes ovins innovants urbains mais aussi en interculture de céréales en région Ile de France. Certains de ces micro-polluants (Plomb, résidus de produits phytosanitaires, HAP-OH, PFAS) se retrouvent dans les liquides biologiques mais à des concentrations faibles pour la majorité des brebis. Ces systèmes basés sur le pâturage peuvent avoir un effet bénéfique cependant limité sur la santé humaine en modifiant le profil des acides gras synthétisés par les animaux et retrouvés dans le sérum et dans le lait. Ces données indiquent que ces modes d'élevage doivent faire l'objet de surveillance à l'instar des pratiques plus conventionnelles.

**Dervilly-Pinel *et al.*, 2017,**

<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.04.013>

**Verret *et al.* 2022.** <https://bibliothèque.ademe.fr/produire-autrement/6005-poscif-paturage-ovin-en-systeme-cerealier-en-ile-de-france.html>